Wilhelm Götz

Dieser Sammelband enthält 3 Schriften von
Paul Wagner (Darmstadt) über Düngung:

1) Die rationelle Düngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Darmstadt 1891.

2) Wie wirkt das schwefelsaure Ammoniak im Vergleich zum Chilisalpeter? Frankfurt 1892.

3) Die Verwendung des Chilisalpeters zur Düngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Frankfurt 1892.

Die Rationelle Düngung der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen.

Ein Cyclus von drei Vorträgen.

Von

Prof. Dr. **Paul Wagner,**

Vorstand der landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.

Mit 12 in den Text gedruckten Autotypieen photographischer Aufnahmen von Pflanzenkulturen.

Zweite Auflage.

Darmstadt.
C. F. Winter'sche Buchdruckerei.
1891.

Vorwort zur ersten und zweiten Auflage.

Bei Vorträgen, die in landwirthschaftlichen Versammlungen von mir gewünscht wurden, habe ich es versucht, an der Hand photographischer Aufnahmen von Pflanzenkulturen die verschiedenen Düngungsfragen zu besprechen, und ich glaube annehmen zu dürfen, daß dieser Versuch sich bewährt hat. Die in großem Format (48/64 cm) vorgeführten und weithin erkennbaren Photographieen fesselten die Aufmerksamkeit der Hörer und erleichterten das Verständniß des Vortrages. Ich habe mich daher entschlossen — auch der von landwirthschaftlichen Lehranstalten und Vereinen mir vielfach gegebenen Anregung folgte ich dabei — die betreffenden Photographieen in Originalgröße vervielfältigen zu lassen und dieselben in Lichtdrucktafeln einem weiteren Kreise von Interessenten zugänglich zu machen.

Eine Mappe, welche 12 solcher Lichtdrucktafeln im Format von 48/64 cm enthält, ist jetzt fertiggestellt worden, und ich habe dieselbe unter Beifügung der vorliegenden kleinen Broschüre, welche einen Cyklus von drei auf jene Tafeln sich beziehenden Vorträgen enthält, dem Buchhandel übergeben.

Dem Text dieser Broschüre sind die auf den Lichtdrucktafeln gegebenen Bilder in kleinen Autotypieen eingefügt worden, so daß es demjenigen, der etwa an der Hand meiner Vorträge kürzere oder längere Besprechungen über Düngungsfragen einzuleiten wünscht, möglichst leicht gemacht ist, der größeren Lichtdrucktafeln sich dabei zu bedienen.

Damit aber auch ganz unabhängig von meinen Vorträgen jene Tafeln benutzt und vielleicht auch in Schulen, Vereins- oder Ausstellungslocalen ꝛc. ausgelegt werden können, habe ich jeder derselben einen kurzen erklärenden Text aufdrucken lassen.

Ich hoffe somit, denjenigen Landwirthen und Lehrern der Landwirthschaft, welche in der Verbreitung neuer Forschungsergebnisse und in der Besprechung practischer Düngungsfragen thätig sein wollen, durch die Herausgabe jener Sammlung von Lichtdrucktafeln einen Dienst erwiesen zu haben und auch diese kleine Broschüre einer wohlwollenden Aufnahme empfehlen zu dürfen.

Darmstadt, im Januar 1891.

Der Verfasser.

I.

Die Düngungslehre hat während der letzten Jahre eine wesentliche Umgestaltung erfahren. Es ist der wissenschaftlichen Forschung gelungen, eine Reihe hochwichtiger Fragen zu endgültiger Lösung zu bringen, und wir sind dadurch zu neuen, klareren Gesichtspunkten und Principien bezüglich der Düngung unserer Kulturpflanzen geführt worden.

Auch die Versuchsstation Darmstadt hat an den betreffenden Forschungsarbeiten theilgenommen. Eine große Anzahl von Düngungsversuchen haben wir im Laufe der vergangenen Jahre theils auf Bodenparzellen, theils in Vegetationsgefäßen ausgeführt, und es soll meine Aufgabe jetzt sein, Ihnen einige Mittheilungen über unsere Forschungsergebnisse zu machen.

Ich gehe sogleich zur Sache über und stelle zunächst die Frage auf:

Welche Kulturpflanzen soll man mit Chilisalpeter oder Ammoniaksalz düngen und welche nicht?

Es ist Ihnen bekannt, daß wir im Chilisalpeter und im schwefelsauren Ammoniak Mittel besitzen, durch welche eine ganz gewaltige Steigerung der Felderträge und eine sehr bedeutende Erhöhung des Reingewinnes erzielt werden kann. 100 Pfund Chilisalpeter sind imstande, durchschnittliche Mehrerträge von $3^1/_2$ Ctr. Körner mit 6 Ctr. Stroh, 40 Ctr. Rüben, 26 Ctr. Kartoffeln 2c. hervorzubringen. Aber ich frage: wird man solche Mehrerträge bei allen Kulturpflanzen erzielen können, wenn man sie mit Salpeter- oder Ammoniakstickstoff düngt? Die Ant-

wort lautet: nein. Ich bitte Sie, einen Blick auf die photographischen Tafeln[1]) zu werfen, welche ich Ihnen jetzt zeigen werde.

Sie sehen hier zunächst die **Tafel 1,** welche Ihnen einige mit Sommerweizen und Gerste ausgeführte Versuche vor Augen stellt. Die Vegetationsgefäße, welche hier abgebildet sind, wurden im Frühjahr mit einem stickstoffarmen Ackerboden gefüllt. Die mit O bezeichneten Gefäße erhielten eine Düngung von Phosphorsäure und Kali, die mit S bezeichneten eine Düngung von Phosphorsäure, Kali und **Stickstoff.** Der Stickstoff wurde in Form von Salpeter gegeben. Sie werden nun sehr auffallende Unterschiede in der Entwickelung der Pflanzen erkennen, je

Tafel 1.

Stickstoff-Düngungsversuche mit Weizen. **Stickstoff-Düngungsversuche mit Gerste.**



Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. — Kaliphosphatdüngung mit Stickstoff (10 g Chilisalpeter per Gefäß). — Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. — Kaliphosphatdüngung mit Stickstoff (10 g Chilisalpeter per Gefäß).

nachdem dieselben mit Salpeterstickstoff gedüngt worden sind oder nicht. In den mit O bezeichneten, also nicht mit Stickstoff gedüngten Gefäßen haben Weizen und Gerste sich sehr kümmerlich entwickelt, in den mit Stickstoff gedüngten dagegen mit großer Ueppigkeit. Der Ertrag hat sich in Folge der Salpeterdüngung auf das Dreifache gesteigert. Sie sehen also deutlich, daß der zu unseren Versuchen verwendete Ackerboden ohne

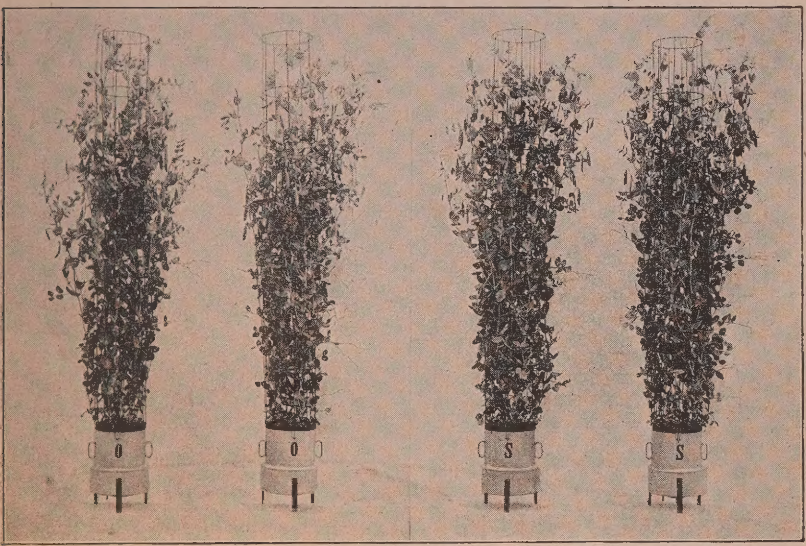
[1]) Es sind die beim Vortrage benutzten photographischen Tafeln von 48/64 cm Größe hier in kleinen Autotypieen (photographischem Zinkdruck) wiedergegeben. Die betreffenden Tafeln in großem Format können von der C. F. Winter'schen Buchdruckerei in Darmstadt bezogen werden.

Stickstoffdüngung nicht imstande war, Gerste und Weizen zu einer üppigen Entwickelung zu bringen; es fehlte dem Boden an Stickstoff, die Pflanzen hungerten, und erst durch eine Düngung von 10 g Chilisalpeter per Gefäß konnten sie zu einer Maximalproduction gebracht werden.

Ein ganz anderes Bild zeigt Ihnen nun die **Tafel 2.** Gefäße von gleicher Größe, wie die zu den Weizen- und Gerstekulturen benutzten,

Tafel 2.

Stickstoffdüngungsversuche mit Erbsen.



Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff.

Kaliphosphatdüngung mit Stickstoff (10 g Chilisalpeter per Gefäß).

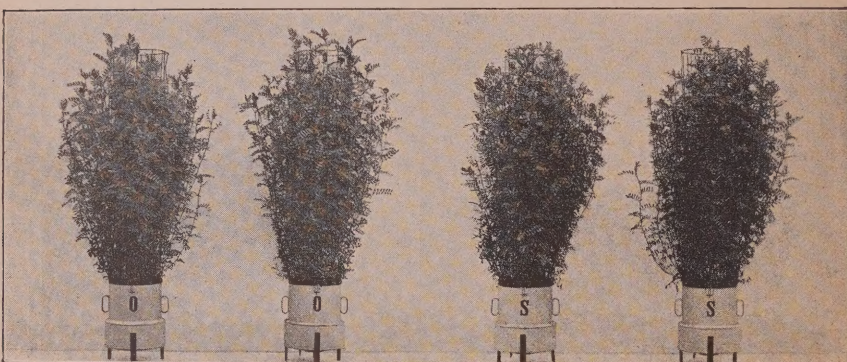
wurden mit dem gleichen Boden gefüllt, mit der gleichen Düngung versehen, an dem gleichen Tage mit Erbsen bepflanzt und in jeder Beziehung so gehalten, wie es bei den mit Weizen und Gerste ausgeführten Kulturen der Fall gewesen war. Wie ganz anders aber ist hier der Erfolg! Wo Weizen und Gerste nach Stickstoff gehungert haben (in den mit O bezeichneten Gefäßen der Tafel 1) und sich nur sehr spärlich entwickeln konnten, da haben die Erbsen ohne jede Stickstoffzufuhr es zu einer ausnehmend hohen Production gebracht, und — wie die mit S bezeichneten

Gefäße es lehren — eine Salpeterdüngung hat den Ertrag nur noch um ein ganz Geringes zu steigern vermocht.

Das Gleiche sehen Sie auf der **Tafel 3.** Kulturen mit Wicken, die Sie hier abgebildet finden, haben wir unter genau den gleichen Verhältnissen ausgeführt und dabei dasselbe Resultat erhalten, wie bei den Erbsen. Ohne jede Stickstoffdüngung haben die Wicken sich auf das üppigste entwickelt, und eine Düngung mit Chilisalpeter hat so gut wie gar keinen Eindruck auf sie gemacht.

Tafel 3.

Stickstoff-Düngungsversuche mit Wicken.



Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff.

Kaliphosphatdüngung mit Stickstoff (10 g Chilisalpeter per Gefäß).

Wie ist dies nun zu erklären? Aus welcher Quelle haben die Erbsen und Wicken den Stickstoff erhalten, den wir dem Weizen und der Gerste erst in Form von Chilisalpeter zuführen mußten, um eine Maximalproduction zu erzielen?

Die Antwort lautet:

Aus der atmosphärischen Luft.

Prof. Hellriegels Versuche haben es mit absoluter Bestimmtheit erwiesen, und wir haben es vollkommen bestätigt gefunden, daß der Stickstoff der **atmosphärischen Luft** den Erbsen, Wicken und ähnlichen Pflanzen sich zur Verfügung stellt; er wird von ihnen aufgenommen, und es ist dies eine Thatsache von größter practischer Bedeutung. Wir können auf Grund

dieser Entdeckung die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in zwei große Klassen theilen:

1) in solche, welche nur vom **Boden**stickstoff und vom **Dünger**stickstoff leben, und
2) in solche, welche außer dem Bodenstickstoff und dem Düngerstickstoff auch den Stickstoff der **atmosphärischen Luft** verwerthen können.

Dies ist ungemein wichtig. Der Stickstoff ist der theuerste aller Nährstoffe; der Stickstoff kostet zwei= bis dreimal so viel als die Phosphorsäure und das Kali. Wenn es also Pflanzen giebt, die fähig sind, diesen überaus werthvollen Stoff der atmosphärischen Luft zu entziehen, der atmosphärischen Luft, die ihn **kostenfrei** liefert, nun — so würde es ja eine ganz unverantwortliche Verschwendung sein, wenn man solche Pflanzen mit Chilisalpeter oder Ammoniaksalz düngen wollte. In der That: nur in Ausnahmefällen, nur dann, wenn ein sehr stickstoffarmer Boden vorliegt, kann es vortheilhaft sein, auch den Wicken, den Erbsen, den jungen Kleepflanzen 2c. eine schwache Salpeter= oder Ammoniaksalzdüngung zu bieten, um sie zu schneller Entwickelung zu bringen.

Eine große Anzahl landwirthschaftlicher Kulturpflanzen haben wir geprüft, wie sie sich bezüglich ihrer Fähigkeit der Stickstoffaufnahme verhalten, und wir sind zu folgenden Resultaten gelangt:

Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Kartoffeln, alle rübenartigen Pflanzen, Tabak, Wein, Cichorien, Buchweizen, Senf, Spörgel, alle Kohlarten sind unfähig, Stickstoff aus der atmosphärischen Luft zu nehmen, sie zehren vom Stickstoff des Bodens und des Düngers, sie zehren vom Stickstoffkapital der Wirthschaft, wir nennen sie daher Stickstoff**zehrer**, und wir haben die Aufgabe, **diese Pflanzen so reichlich mit Stickstoff zu düngen, daß der höchstmögliche Ertrag bezw. der höchstmögliche Reingewinn** entsteht.

Diesen stickstoffzehrenden Pflanzen gegenüber aber steht eine andere Klasse, die Klasse der stickstoff**mehrenden** Pflanzen. Erbsen, Wicken, Bohnen, Linsen, Lupinen, Serradella, die verschiedenen Kleearten, Esparsette, Luzerne und alle weiteren eine Hülsenfrucht tragenden Pflanzen nehmen Stickstoff aus der atmosphärischen Luft. Sie bedürfen unter normalen Verhältnissen einer Düngung mit Stickstoffsalzen nicht, sie vermindern nicht das Stickstoffdüngekapital der Wirthschaft und nicht den Stickstoffvorrath des Bodens, sondern sie vermehren beides. Sie fangen Stickstoff aus der Luft ein und führen ihn in Form von Wurzeln,

Stoppeln, Kraut und Blättern in den Boden, in Form von Futter in den Stall; sie vermehren den Stickstoff der Wirthschaft, wir bezeichnen sie daher als stickstoff**mehrende** Pflanzen.

Daß wir über diesen Gegenstand nach langem Hin- und Herprüfen zu völliger Bestimmtheit gelangt sind, ist von allergrößtem Werth. Die Aufgabe, welche wir bezüglich der Stickstoffernährung der Kulturpflanzen zu erfüllen haben, ist uns jetzt klar, sie besteht darin, daß wir die stickstoffzehrenden Pflanzen, nämlich die Halmgewächse, die rübenartigen Pflanzen, die Kartoffeln und alle übrigen vorhin genannten **mit Stickstoff düngen müssen,** wenn wir die höchstmöglichen Erträge, wenn wir den höchstmöglichen Reingewinn erzielen wollen. Sämmtlicher Stickstoff, den diese Pflanzen zur Erzeugung einer Maximalernte nöthig haben, muß ihnen durch den **Boden,** durch die **Düngung** zugeführt werden, und wir haben dafür zu sorgen, daß es ihnen nie an Stickstoff mangele, denn eine an Stickstoffnahrung darbende Pflanze ist nicht imstande, es zu höchstmöglicher Production zu bringen.

Weiter aber besteht unsere Aufgabe darin, den Stickstoff, welchen die genannten Kulturpflanzen nöthig haben, **unter geringstmöglichem Kostenaufwande** zu beschaffen. Beim Düngerhändler kostet der Stickstoff viel Geld, er ist, wie gesagt, der theuerste aller Nährstoffe; die atmosphärische Luft dagegen bietet ihn uns **kostenfrei** dar, wir brauchen ihn nur zu holen, nur einzufangen, nur das zu bezahlen, was das Einfangen kostet, und da dies, wie wir noch sehen werden, nicht theuer kommt, so ist es vortheilhaft, möglichst viel Stickstoff der atmosphärischen Luft zu entziehen. Ich sage **„möglichst"** viel, denn die **ganze** Menge des nothwendigen Stickstoffs aus der Luft einzufangen, ist nicht möglich; nur in seltenen Ausnahmefällen kann dies geschehen. Den Chilisalpeter, das Ammoniaksalz und sonstige Stickstoffdünger können wir nicht entbehren, wenn wir die höchstmöglichen Ernten und den höchstmöglichen Reingewinn erzielen wollen.

So viel als möglich aber müssen wir den Halmgewächsen, den Kartoffeln, den Rüben, dem Raps ꝛc. billigen Luft-Stickstoff zuführen, und da die genannten Pflanzen unfähig sind, den Luft-Stickstoff direct aufzunehmen, so müssen wir ihn erst in Dünger-Stickstoff, in Boden-Stickstoff überführen. Ist dies möglich? Ja. Wir bauen Klee, Luzerne, Wicken ꝛc. und verfüttern diese Pflanzen. Alsdann verwandelt sich der Luft-Stickstoff, den die Futterpflanzen eingefangen haben, in Dünger-Stickstoff,

er geht in den Stallmist über, und in dieser Form bringen wir ihn in den Boden. Wollen wir also viel Luft-Stickstoff einfangen und in Dünger-Stickstoff überführen, so bauen wir viel Futter, halten viel Vieh und produciren viel Stallmist.

Ist dies überall ausführbar? Nein, wenigstens nicht unbegrenzt. Den Futterbau und die Viehhaltung kann man nicht beliebig ausdehnen. Aber es giebt noch einen andern Weg, der uns zu dem gleichen Ziel führt: wir können direct auf dem Felde Stickstoffdünger erzeugen, wir können an Stelle des Stalldüngers oder neben dem Stalldünger sogenannten Gründünger produciren, indem wir

Gründüngungspflanzen bauen und dieselben in den Boden pflügen.

Wir säen Lupinen oder Serradella oder Kleearten in die Halmfrucht. Nach Aberntung der letzteren entwickeln sich die Gründüngungspflanzen, sie holen Stickstoff aus der atmosphärischen Luft, wandeln diesen um in Pflanzensubstanz, die im Spätherbst in den Boden gepflügt wird, alsdann in Zersetzung übergeht und der nun folgenden Frucht (Kartoffeln, Rüben, Halmgewächsen) zur Ernährung dient.

Hat die in die Halmfrucht gebrachte Einsaat sich nicht genügend entwickelt, oder sind es andere Gründe, die zu einer **nach** der Ernte zu gebenden Einsaat bestimmen, so bricht man so bald als möglich die Stoppeln um und säet Wicken oder (noch besser) Wicken mit Erbsen, oder Winterwicken oder Incarnatklee ein, um diese Pflanzen dann ebenfalls im Spätherbst oder — wie beim Incarnatklee — im Frühjahr einzupflügen.

An einigen photographischen Abbildungen unserer Kulturen will ich Ihnen zeigen, wie ungemein groß die Wirkung solcher Gründüngung unter günstigsten Verhältnissen sein kann, zugleich aber auch,

wie sehr es darauf ankommt, die richtigen Pflanzenarten zur Gründüngung zu wählen,

nämlich solche, die auch wirklich imstande sind, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen und den Boden damit zu bereichern.

Ich bitte Sie, die **Tafel 4** zu betrachten. Diese Tafel zeigt Ihnen die Wirkung der Gründüngung im Vergleich zu einer Düngung mit Chilisalpeter. Die beiden ersten (mit O bezeichneten) Gefäße haben keine

Stickstoffdüngung erhalten und, wie Sie sehen, hat der Hafer sich nur spärlich in ihnen entwickelt. Die beiden weiteren mit „Salpeter" bezeichneten Gefäße haben eine Düngung von je 10 g Chilisalpeter erhalten. Sie sehen, in wie hohem Maße diese Stickstoffdüngung gewirkt hat. Der Ertrag an Hafer ist von 70 auf 300 gestiegen. Die weiter folgenden zwei Gefäße, welche Sie mit „Senf" bezeichnet finden, haben eine Gründüngung erhalten. Wir hatten im August weißen Senf in die Gefäße gesäet; der weiße Senf wurde im Spätherbst geschnitten, in den Boden gebracht und im Frühjahr Hafer eingesäet. Sie sehen, daß

Tafel 4.

Salpeter- und Gründüngungsversuche mit Hafer.



Kaliphosphatdüngung **ohne** Stickstoff.

Kaliphosphatdüngung **mit** Stickstoff (10 g Chilisalpeter per Gefäß).

Kaliphosphatdüngung **ohne** Stickstoff. Im voraufgegangenen Herbst war weißer **Senf** gebaut und derselbe grün untergebracht worden.

Kaliphosphatdüngung **ohne** Stickstoff. Im voraufgegangenen Herbst waren **Wicken** gebaut und dieselben grün untergebracht worden.

diese Gründüngung keinen Mehrertrag hervorgebracht hat, und das konnte sie auch nicht, denn der weiße Senf gehört zu den Pflanzen, welche nur Boden- oder Dünger-Stickstoff aufnehmen und verarbeiten können, für den Luft-Stickstoff aber kein Aufnahmevermögen haben, also auch nicht imstande sind, den Boden an Stickstoff zu bereichern. Sehen Sie sich die nach dem weißen Senf gewachsenen Haferpflanzen genau an, und vergleichen Sie sie mit den mit O bezeichneten, so werden Sie erkennen, daß nach der Senfgründüngung der Ertrag sich nicht nur nicht vermehrt, sondern sogar vermindert hat. Und das ist auch ganz erklärlich.

Der Senf hat den leichtlöslichen Bodenstickstoff aufgenommen, hat ihn in schwerlöslichen organischen Stickstoff übergeführt, und dieser ist den Haferpflanzen zu langsam zugänglich gewesen.

Ganz anders dagegen hat die Gründüngung mit Wicken gewirkt, wie Sie an den beiden letzten Gefäßen es erkennen. Die Wicken haben Luft-Stickstoff aufgenommen, haben den Luft-Stickstoff in organische Substanz, in Stengel, Blätter und Wurzeln übergeführt, und bei der Verwesung dieser in den Boden gebrachten grünen Pflanzensubstanz sind salpeterartige Salze entstanden, die eine so lebhafte Vegetation der Pflanzen hervorgerufen haben, daß der nach Wickengründüngung gewachsene Hafer sich kaum geringer entwickelt hat als der mit 10 g Chilisalpeter gedüngte.

Aehnliche Erfolge sehen Sie auf der **Tafel 5.**

Tafel 5.

Gründüngungsversuche mit Hafer.



Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff.

Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. Im voraufgegangenen Herbst waren **Lupinen** gebaut und dieselben grün untergebracht worden.

Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. Im voraufgegangenen Herbst war **Buchweizen** gebaut und derselbe grün untergebracht worden.

Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. Im voraufgegangenen Herbst waren **Erbsen** gebaut und dieselben grün untergebracht worden.

Die Gründüngung mit Lupinen, die Gründüngung mit Erbsen hat im Vergleich zu den mit O bezeichneten Gefäßen ganz außerordentlich hohe Mehrerträge hervorgebracht, während eine Gründüngung mit Buchweizen wiederum keinen Mehrertrag liefern konnte, indem der Buch-

weizen zu denjenigen Pflanzen gehört, welchen das Vermögen, Stickstoff der atmosphärischen Luft zu entnehmen, nicht zukommt.

Die Versuche zeigen Ihnen also deutlich, daß man durch Gründüngung imstande ist, den billigen atmosphärischen Stickstoff auch denjenigen Pflanzen zugänglich zu machen, welche zu einer directen Aufnahme dieses Stickstoffs nicht fähig sind. Nur ist es Bedingung dabei, daß man auch wirklich stickstoff**mehrende** Pflanzen, also Lupinen, Erbsen, Kleearten, Pferdebohnen, Serradella, Wicken ꝛc. zur Gründüngung verwendet und nicht solche Pflanzen, welche, wie der Senf, der Buchweizen, der Raps ꝛc., selber der Stickstoffdüngung bedürfen. Pflanzen, welche selber der Stickstoffdüngung bedürfen, können keinen Stickstoffdünger erzeugen.

Senf, Buchweizen, Raps sind schlechte Gründüngungspflanzen, sie wachsen nur, wenn man sie mit Stickstoff düngt. Dieselben aber im Herbst als Nachfrucht zu bauen, sie mit Salpeter zu düngen und sie dann als Gründüngung in den Boden zu bringen, wie man es bereits empfohlen hat, ist unseren Versuchen nach als durchaus unvortheilhaft zu bezeichnen, denn sie wandeln den leichtlöslichen Chilisalpeter in Stickstoffverbindungen um, die viel zu langsam zur Wirkung kommen. Sie sehen dies, wenn Sie einen Blick auf die **Tafel 6** werfen.

Tafel 6.

Stickstoff- und Gründüngungsversuche mit Hafer.



0 g Stickstoff. ½ g Stickstoff. 1 g Stickstoff. 1½ g Stickstoff. 2 g Stickstoff.

Der Stickstoff wurde in Form von Chilisalpeter dem im voraufgegangenen Herbst in den Gefäßen gebauten weißen Senf gegeben. der Senf wurde am 14. Aug. 1888 eingesäet, am 26. Sept. geschnitten und untergebracht, worauf im Frühjahr 1889 die Einsaat von Hafer erfolgte.

0 g Stickstoff. ½ g Stickstoff. 1 g Stickstoff. 1½ g Stickstoff. 2 g Stickstoff.

Der Stickstoff wurde in Form von Chilisalpeter dem Hafer direct bei der Einsaat gegeben.

Die Tafel 6 zeigt Ihnen Ertragssteigerungen, welche durch Düngungen von 0,5 g, 1 g, 1,5 g und 2 g Salpeterstickstoff bei Hafer erzielt wurden. Sie sehen, wie regelmäßig und genau die Entwickelung des Hafers gleichen Schritt gehalten hat mit der steigenden Salpeterdüngung. Sie bemerken aber auch auf den ersten Blick, daß die links stehende Reihe sich erheblich geringer entwickelt hat als die rechts stehende. Wodurch ist das gekommen? Einfach dadurch, daß wir bei der links stehenden Reihe den Chilisalpeter nicht direct dem Hafer, sondern dem im August des voraufgegangenen Jahres in den Gefäßen gebauten und im Herbst untergebrachten Senf gegeben haben, während die rechts stehende Reihe den Salpeter erst im Frühjahr bei der Hafereinsaat erhalten hatte.

Der **direct** dem Hafer gegebene Salpeterstickstoff hat also **weit** besser gewirkt als der indirect ihm gegebene, d. h. als derjenige Salpeterstickstoff, welcher dem als Gründüngung gebauten Senf gegeben war.

Gehen wir jetzt weiter.

Ich habe Ihnen vorhin einige Zahlen genannt, welche ich als die Mehrerträge bezeichnete, die Sie im Durchschnitt nach Düngungen von je 100 ℔ Chilisalpeter bei Halmgewächsen, Kartoffeln, Rüben 2c. erhalten würden. Nun will ich die Frage aufstellen:

Wird man jene Mehrerträge unter allen Umständen durch Salpeterdüngungen erzielen?

Die Antwort hierauf lautet: nein, nicht unter allen Umständen, vielmehr nur dann, wenn alle Bedingungen vorhanden sind, unter welchen die gegebene Salpeterdüngung zu ihrer vollen Wirkung kommen kann. Und welches sind diese Bedingungen? Ich will Ihnen die wichtigsten derselben nennen:

genügend **Wasser** für die Pflanzen, genügend **Phosphorsäure** und genügend **Kali.**

Sind diese Bedingungen überall herstellbar? Ja, wenigstens soweit sie die Phosphorsäure und das Kali betreffen. Für das Wasser müssen wir den Himmel sorgen lassen; der Landwirth kann nicht viel dafür thun.

Eine genügende Sättigung der Pflanzen aber mit Phosphorsäure und Kali ist von allergrößter Wichtigkeit. Bieten Sie den Halmgewächsen, den Kartoffeln, den Rüben 2c. eine Stickstoffdüngung in Form von Chilisalpeter oder in Form von Ammoniaksalz: die Düngung wird keine Wirkung äußern, der theure Stickstoff wird weggeworfen sein, sobald es

dem Boden an Phosphorsäure und Kali fehlt. Bauen Sie Gründüngungspflanzen, bauen Sie Luzerne, Serradella, Wicken, Erbsen 2c.: die Pflanzen werden Ihnen keinen atmosphärischen Stickstoff einfangen, sie werden sich nur spärlich entwickeln, wenn es dem Boden an Phosphorsäure und Kali fehlt. Bauen Sie Kleearten, Luzerne, Esparsette 2c.: die Pflanzen werden nicht imstande sein, die reiche und zugleich kostenlos sich darbietende Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft auszunutzen, wenn Sie sie nach Phosphorsäure und Kali hungern lassen, und Sie werden nur spärliche Wiesenerträge haben, wenn Sie nicht dafür sorgen, daß der in der Regel stark ausgeraubte Wiesenboden wieder einen genügenden Vorrath von Phosphorsäure und Kali erhält.

Auch über diese wichtige Frage, über die Frage der

Kali-Phosphatdüngung,

kann ich Ihnen einige Versuche im Bilde vorführen.

Ich bitte Sie, die **Tafel 7** zu betrachten.

Auf dieser Tafel sehen Sie zwei Versuchsreihen, die eine mit Erbsen, die andere mit Hafer ausgeführt. Boden und Düngung, auch der Tag der Einsaat und alles Uebrige ist bei beiden Versuchsreihen vollkommen gleich gewesen.

Die mit O bezeichneten Gefäße haben keine Düngung, die mit KP bezeichneten eine Düngung von Kali und Phosphorsäure, die mit KPS bezeichneten eine Düngung von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff erhalten.

Wollen Sie jetzt die Wirkung der Düngungen beobachten. Der Hafer hat sich, wie Sie sehen, in den ungedüngten Gefäßen äußerst kümmerlich entwickelt, ebenso kümmerlich in den nur mit Kali und Phosphorsäure gedüngten, während eine Düngung von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff eine ganz enorme Ertragssteigerung hervorgerufen hat.

Ein ganz anderes Resultat aber zeigt die mit Erbsen ausgeführte Versuchsreihe. Während beim Hafer die Kali-Phosphatdüngung erst nach Beigabe von Stickstoff zur Wirkung kam, stand den Erbsen schon ohne Düngung eine genügende Stickstoffmenge zur Verfügung: **das unerschöpflich reiche Stickstoffmagazin der atmosphärischen Luft.** Es bedurfte nichts als einer Kali-Phosphatdüngung, um die Erbsen fähig zu machen, aus diesem Magazin zu schöpfen und den Ertrag — wie Sie sehen — um das vielfache zu steigern. Einer Beidüngung von Salpeter bedurften sie nicht; der Salpeter blieb — wie

Tafel 7.

Kali-Phosphat-Düngungsversuche mit Erbsen und Hafer.



Ohne Düngung. | Kaliphosphatdüngung ohne Stickstoff. | Kaliphosphatdüngung mit Stickstoff.

Sie es an den zwei letzten mit KPS bezeichneten Gefäßen sehen — so gut wie wirkungslos.

Ich meine, das Resultat, welches diese beiden Versuchsreihen Ihnen zur Anschauung bringen, ist von größter Wichtigkeit, denn wie die Erbsen sich hier verhalten haben, wie die Erbsen durch die Düngung mit Phosphorsäure und Kali in den Stand gesetzt worden sind, eine große Menge Stickstoff aus der Luft aufzunehmen und dadurch zu üppigster Entwickelung zu gelangen, so verhalten sich in gleicher Weise auch die Wicken, die Lupinen, der Klee, die Serradella, die Luzerne, die Esparsette 2c. Alle diese stickstofffangenden und dadurch so ungemein wichtigen Kulturpflanzen nehmen um so begieriger den Luft-Stickstoff auf und verarbeiten ihn um so schneller zu Erntemasse, je schneller und je reichlicher sie sich sättigen können mit Phosphorsäure und Kali. Und ebenso verarbeiten die Halmgewächse, die Rüben, die Kartoffeln, der Raps 2c. den ihnen zur Verfügung stehenden Boden-Stickstoff oder den ihnen im Stallmist, in der Gründüngung, im Chilisalpeter, im Ammoniaksalz 2c. zugeführten Dünger-Stickstoff um so schneller und um so vollständiger zu Erntemasse, je weniger man sie nach Phosphorsäure und Kali hungern läßt.

Die **Tafel 7** macht Ihnen zugleich auch den Erfolg klar, den Sie bei der Kali-Phosphatdüngung der **Wiesen** haben. Sie haben auf der Tafel 7 gesehen, wie eine Kali-Phosphatdüngung auf den Hafer — der bekanntlich zur Familie der Gräser gehört — nicht wirkte, wenn kein Stickstoff beigegeben wurde, wie sie dagegen auf die Erbse — die bekanntlich zu den „Leguminosen" gehört — eine außerordentlich große Wirkung ausübte, ohne daß Stickstoff beigegeben war. Das gleiche Bild aber stellt sich Ihnen in deutlichster Weise vor Augen, wenn Sie eine Wiese mit Kali-Phosphat düngen. Sie sehen dann, wie schon im ersten Jahre nach geschehener Düngung die Leguminosen, die Wicken- und Kleearten der Wiese auf das üppigste wachsen und die Wiesengräser, auf welche das Kali-Phosphat weniger wirkt, überholen, während nach gleichzeitiger Stickstoffdüngung (Pfuhl, Compost, Chilisalpeter, Ammoniaksalz 2c.) auch die Gräser üppig vegetiren. Eine ausgehungerte Wiese, die nur noch spärliches Gras, Haidekraut 2c. aufweist, kann durch wiederholte kräftige Düngung mit Phosphorsäure und Kali in eine ertragreiche, dicht mit Klee bestandene Wiese umgewandelt werden. Als ich bereits vor einer Reihe von Jahren darauf hinwies, daß man durch Kali-Phosphatdüngung eine „Graswiese" in eine „Kleewiese" umwandeln könne,

glaubte man mir's wenig; jetzt aber hat man es erkannt, und die allergünstigsten Berichte sind aus der landwirthschaftlichen Praxis laut geworden über die Erfolge der Kali-Phosphatdüngung auf Wiesen.

Also kurz noch einmal:

Um die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in den Stand zu setzen, den Stickstoff, der ihnen in der **atmosphärischen Luft,** im Boden, im Stalldünger, in der Gründüngung, im **Chilisalpeter, Ammoniaksalz** 2c. geboten wird, voll auszunutzen und die höchstmögliche Erntemasse aus ihm zu erzeugen, hat man dafür zu sorgen, daß es den Pflanzen nicht an **Phosphorsäure** und nicht an **Kali** fehle. Man muß den Boden insbesondere durch starke Düngungen mit Phosphorsäure so weit anreichern, daß er einen genügenden Ueberschuß, d. h. einen selbst für die denkbar höchsten Erträge ausreichenden Vorrath an leicht aufnehmbarer Phosphorsäure besitzt, und diesen Vorrath muß man dem Boden erhalten durch einen entsprechenden Ersatz der Phosphorsäuremenge, welche die Ernte entzieht.

Die Phosphorsäure aber muß in möglichst billiger Form angewandt werden, denn es ist Aufgabe des Landwirths, unter Aufwendung geringstmöglicher Kosten die höchstmöglichen Erträge zu erzielen, und ich will es versuchen, in meinem nächsten Vortrage diese Frage näher zu beleuchten.

II.

Bei allen Düngungsfragen ist in erster Linie der **Kostenpunkt** zu beachten. Wie wir den Stickstoff uns möglichst billig beschaffen müssen, möglichst viel billigen Luft-Stickstoff einfangen müssen, um das Düngekapital der Wirthschaft unter Aufwendung geringstmöglicher Kosten zu vermehren, so müssen wir uns auch fragen:

Wie ist die Phosphorsäure am billigsten zu beschaffen?

Ueber diese Frage lassen Sie mich jetzt sprechen.

Sehen wir uns die Preislisten der Düngerfabrikanten an, so finden wir, daß das Kilo Phosphorsäure in dem Thomasschlackenmehl nicht ganz halb so viel kostet als im Superphosphat, und daß der Preis der Knochenmehl-Phosphorsäure in der Mitte zwischen beiden steht. In welchem dieser drei Düngemittel ist nun die Phosphorsäure am vortheilhaftesten zu kaufen?

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir natürlich wissen, wie schnell die Phosphorsäure der Thomasschlacke und die des Knochenmehls im Verhältniß zur leichtlöslichen Superphosphat-Phosphorsäure zur Wirkung kommen, denn nach dem Maße ihrer Schnellwirksamkeit wird ja die Phosphorsäure verschieden bezahlt. Wenn ein Phosphat etwa zehn Jahre lang im Acker liegen muß, bis der letzte Rest desselben von den Pflanzen aufgenommen ist, so ist dies Phosphat natürlich viel weniger werth als ein anderes, ein „leichtlösliches", welches sich den Pflanzen sofort und in seiner ganzen Menge zur Verfügung stellt.

Wie Ihnen bekannt sein wird, haben wir auf der Versuchsstation Darmstadt im Laufe der letzten Jahre eine größere Anzahl von Versuchen ausgeführt, welche über die Frage Aufschluß geben sollten: wie schnell kommen unter normalen Bodenverhältnissen die Knochenmehl-Phosphorsäure und die Thomas-Phosphorsäure im Verhältniß zum Superphosphat zur Wirkung? In meinen verschiedenen Schriften finden Sie nähere Angaben über die Resultate dieser Versuche. Ich will Ihnen hier nur kurz das Folgende mittheilen. Bei allen Versuchen, welche wir mit gedämpftem Knochenmehl von normaler Zusammensetzung und von verschiedenen Feinheitsgraden ausgeführt haben, ist ganz regelmäßig das Ergebniß gewonnen worden, daß die Knochenmehl-Phosphorsäure sehr viel langsamer zur Wirkung kommt als die Phosphorsäure der Thomasschlacke. Wenn nun aber, wie es thatsächlich der Fall ist, die Thomas-Phosphorsäure billiger zu haben ist als die Knochenmehl-Phosphorsäure, und wenn die Thomas-Phosphorsäure obendrein erheblich schneller zur Wirkung kommt, so muß man die Knochenmehl-Phosphorsäure als relativ theurer bezeichnen. Es ist nicht vortheilhaft, das Knochenmehl da zu kaufen, wo man die Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke *billiger* erhalten kann.

Mit den Erfahrungen der landwirthschaftlichen Praxis steht die von uns festgestellte Thatsache der sehr langsamen Wirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure auch im Einklang. Liegen zwar keine Felddüngungsversuche vor, welche eine präcise Antwort auf diese Frage geben könnten, so weiß doch ein jeder Landwirth, der die Wirkung des Knochenmehls sorgfältig beobachtet hat, von der „*Nachhaltigkeit*" dieser Wirkung zu erzählen, er weiß, daß beispielsweise eine dem Luzerneacker gegebene Knochenmehldüngung sich noch im dritten, vierten, selbst fünften Jahre bemerklich macht. Ein Landwirth aus der Provinz Sachsen, der im vergangenen Sommer unsere in Ausführung begriffenen Versuche besichtigte,

erzählte uns beispielsweise, daß er im Jahre 1886 seinen Boden mit 2 Ctr. Knochenmehl per Morgen gedüngt habe, im Jahre 1887, nachdem er keine Wirkung gesehen, nochmals mit 2 Ctr., und als er dann wiederum keine befriedigende Wirkung erhalten, er angenommen habe, daß der Boden nicht düngebedürftig für Phosphorsäure sei. Dies aber habe sich als ein Irrthum herausgestellt, denn im Jahre 1888 und 1889 sei die Knochenmehlwirkung vollkommen deutlich auf den in den beiden Vorjahren gedüngten Parzellen hervorgetreten. Dies Resultat stimmt genau mit unseren Ermittelungen überein; erst nach längerem Liegen im Boden fängt die Knochenmehl-Phosphorsäure deutlich an zu wirken, während der Knochenmehl-Stickstoff schon viel früher zur Wirkung kommt.

Als Zahlenbeispiele aus unseren Versuchen will ich Ihnen die folgenden Ergebnisse anführen:

1. Bei Roggenkulturen mit Kleeeinsaat vom Jahr 1889 erhielten wir auf Bodenparzellen (sandiger Lehmboden):

100	Erntemasse durch Superphosphat-Phosphorsäure,
59	„ „ die gleiche Menge Thomasmehl-Phosphorsäure,
8	„ „ „ „ „ Knochenmehl-Phosphorsäure.

2. Bei Versuchen mit Lehmboden in Vegetationsgefäßen erhielten wir:

100	Erntemasse durch Superphosphat-Phosphorsäure	im **ersten** Versuchsjahr.
5	„ „ die gleiche Menge Knochenmehl-Phosphorsäure	
100	Erntemasse durch Superphosphat-Phosphorsäure	im **zweiten** Versuchsjahr.
15	„ „ die gleiche Menge Knochenmehl-Phosphorsäure	
100	Erntemasse durch Superphosphat-Phosphorsäure	im **dritten** Versuchsjahr.
17	„ „ die gleiche Menge Knochenmehl-Phosphorsäure	

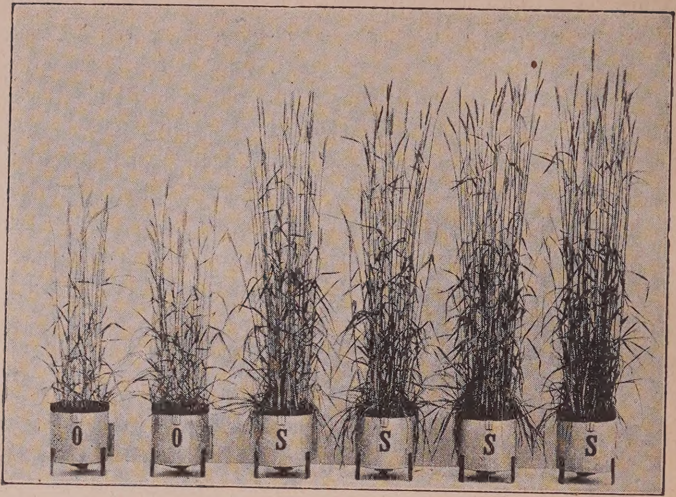
Die Knochenmehl-Phosphorsäure also ist langsam zur Wirkung gekommen, sie hat im ersten Jahr sehr wenig, im zweiten und dritten Jahre besser gewirkt, wogegen 2 Theile Thomas-Phosphorsäure schon im ersten Jahr der Düngung ungefähr den gleichen Mehrertrag ergeben haben als 1 Theil Superphosphat-Phosphorsäure.

Ich kann Ihnen in einem recht anschaulichen Bilde die Wirkung der Thomas-Phosphorsäure im Verhältniß zur Superphosphat-Phosphorsäure vorführen. Ich bitte Sie, die Kulturen von Sommerroggen zu betrachten, welche die **Tafel** 8 Ihnen zeigt.

Sämmtliche Vegetationsgefäße, die Sie auf dieser Tafel sehen, waren mit einem Boden (Lehmboden) gefüllt, der so viel Stickstoff und

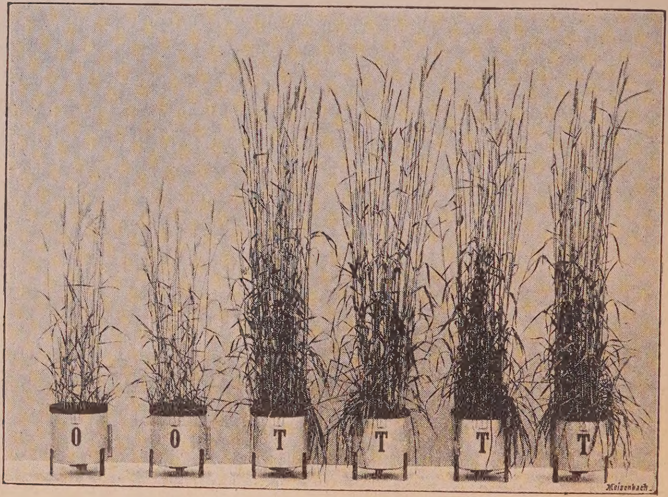
Tafel 8.

Phosphorsäure-Düngungsversuche mit Sommerroggen.



Ohne Phosphorsäure-düngung.

Gedüngt mit 2 Theilen Superphosphat-Phosphorsäure
im Herbst. im Frühjahr.



Ohne Phosphorsäure-düngung.

Gedüngt mit 1 Theil Thomas-Phosphorsäure
im Herbst. im Frühjahr.

Kali enthielt, daß der Roggen überall eine Maximalernte hätte liefern können. In den zwei ersten mit O bezeichneten Gefäßen finden Sie eine recht kümmerliche Entwickelung des Roggens. Es fehlte den Pflanzen an Phosphorsäure. Die zwei weiter folgenden mit S bezeichneten Gefäße hatten eine Herbstdüngung von 1 Theil Superphosphat-Phosphorsäure und die zwei letzten mit S bezeichneten eine Frühjahrsdüngung von 1 Theil Superphosphat-Phosphorsäure erhalten. Sie sehen, wie üppig sich der Roggen nach der Phosphorsäuredüngung entwickelt hat. Sie sehen, wie auf dem Boden, der genügend Stickstoff und Kali enthielt, schon eine ausschließliche Phosphorsäuredüngung eine ganz außerordentliche Ertragssteigerung hervorgebracht hat, und Sie sehen zugleich, daß die Frühjahrs-Superphosphatdüngung etwas besser gewirkt hat als die Herbstdüngung. Dies ist auch ganz erklärlich, denn wenn die lösliche Phosphorsäure mit dem Kalk, dem Eisen und Thon des Bodens in Berührung kommt, so wird sie schwerer löslich, und es wird daher eine Herbst-Superphosphatdüngung immer etwas langsamer zur Wirkung kommen als eine Frühjahrs-Superphosphatdüngung, vorausgesetzt, daß diese tief genug in den Boden gebracht worden ist. Sehr erheblich aber sind, wie Sie sehen, die Unterschiede zwischen Herbst- und Frühjahrs-Düngung nicht.

Vergleichen Sie nun die obere mit Superphosphat ausgeführte Versuchsreihe mit der unteren, die sich nur dadurch von der oberen unterscheidet, daß an Stelle von 1 Theil Superphosphat-Phosphorsäure 2 Theile Thomas-Phosphorsäure gegeben worden sind, so werden Sie zweierlei erkennen:

1. Es haben 2 Theile Thomas-Phosphorsäure einen etwas größeren Mehrertrag geliefert als 1 Theil Superphosphat-Phosphorsäure.
2. Es hat die Herbstdüngung mit Thomasschlacke etwas besser gewirkt als die Frühjahrsdüngung, doch sind auch hier (wie beim Superphosphat) die Unterschiede zwischen Herbst- und Frühjahrsdüngung nur gering.

Ich könnte Ihnen nun noch eine recht große Menge von Zahlen anführen, welche das Wirkungsverhältniß zwischen Thomasschlacke und Superphosphat illustriren; ich will Sie jedoch nicht damit ermüden. Sie finden die Zahlen in meinen umfänglicheren Publikationen.

Aber wir wollen jetzt einmal rechnen, wir wollen auf Grund unserer Ermittelungen die Frage prüfen, ob und unter welchen Umständen bei

den derzeitigen Preisverhältnissen es vortheilhaft sein kann, Thomasschlacke zu verwenden.[1])

Das Kilo wasserlöslicher Phosphorsäure kostet augenblicklich im Durchschnitt 60 Pf., das Kilo Thomasphosphorsäure 22 Pf. Daraus berechnet sich, daß man für je 100 Mark erhält:

im Superphosphat **167** Kilo Phosphorsäure,
in der Thomasschlacke **455** Kilo Phosphorsäure.

Nun will ich einmal annehmen, Sie düngen ein Ackerland von 4 Hektar Größe mit 167 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure, ein anderes von ebenfalls 4 Hektar Größe mit 455 Kilo Thomasphosphorsäure und bauen auf beiden Aeckern Hafer mit Kleeeinsaat. Die Düngungskosten sind auf beiden Seiten die gleichen; wie aber wird der Erfolg sein?

Werden die 455 Kilo langsamer sich lösender Thomasphosphorsäure die gleiche Wirkung auf den Hafer äußern als die 167 Kilo leichtlöslicher Superphosphat-Phosphorsäure? Ja. Auf Grund meiner sehr zahlreichen mit verschiedenen Kulturpflanzen und verschiedenen Bodenarten ausgeführten Versuche können Sie mit Bestimmtheit annehmen, daß die 455 Kilo Thomasphosphorsäure mindestens die gleiche Wirkung auf die erste Frucht äußern werden als die noch nicht halb so starke Superphosphatdüngung.

Nun aber wollen wir weiter sehen.

Gesetzt, durch den Mehrertrag an Hafer, welcher durch die Düngung entsteht, werden von der gegebenen Phosphorsäure — sowohl von der Superphosphatdüngung als auch von der Thomasmehldüngung — je 100 Kilo verbraucht; wieviel bleibt alsdann auf den beiden Ackerstücken von der eingebrachten Düngung zurück? Antwort: auf dem Superphosphatacker, der 167 Kilo Phosphorsäure erhalten hatte, bleiben **67** Kilo, auf dem Thomasacker, der 455 Kilo Phosphorsäure erhalten hatte, bleiben **355** Kilo Phosphorsäure zurück. Nun aber frage ich: werden die 355 Kilo Thomasphosphorsäure nicht eine größere Wirkung auf den nachfolgenden Klee ausüben als die restirenden 67 Kilo Phosphorsäure des Superphosphatackers? Ganz gewiß. Der Klee wird auf dem Thomasacker höhere Erträge liefern als auf dem Superphosphatacker, und in dieser größeren „Nachwirkung" der Thomasmehldüngung auf die folgenden Früchte, in der „Anreicherung" an wirksamer Phosphorsäure, die der Boden

[1]) Ich bemerke, daß ich unter „Thomasschlacke" hier stets eine aus deutschen Eisenwerken stammende gemahlene Thomasschlacke mit 80 % **Feinmehl** verstehe.

durch das Thomasmehl erfährt, liegt der nicht zu unterschätzende Vortheil, den diese Düngung im Verhältniß zu einer dem gleichen Kostenaufwande entsprechenden Superphosphatdüngung zur Zeit bietet.

Wollen Sie überhaupt den Boden bereichern, den Boden versorgen mit einem Phosphorsäurevorrath, der für Dauerkulturen, für mehrjährige Futterfelder, Wiesen, Weinberge, Obstgärten ꝛc. dienen soll, so eignet sich kein Phosphat besser dazu als die Thomasschlacke.

Gestatten Sie mir ein Beispiel. Gesetzt, Sie legen ein Luzernefeld an und wollen den betreffenden Acker mit einem auf etwa vier Jahre ausreichenden Phosphorsäurevorrath versorgen. Ich nehme an, daß dazu etwa 200 Kilo Phosphorsäure pro Hektar (= 4 Morgen) nothwendig sind. Werden Sie diese 200 Kilo Phosphorsäure nun in Form von Superphosphat geben? Nein, das würde nicht rationell sein. Die Düngung würde eine viel zu reichliche sein. Sie würde im ersten Jahre möglicherweise nachtheilig wirken, im dritten und vierten Jahre aber die Luzerne nach Phosphorsäure hungern lassen, denn die Pflanzen würden im ersten Jahre eine große Verschwendung mit der Phosphorsäure treiben, sie würden sich übersättigen, ohne einen entsprechenden Mehrertrag zu liefern.

Ohne Bedenken aber können Sie die 200 Kilo Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke dem Boden anvertrauen. Die Pflanzen werden nicht Schaden leiden, sie werden auch nicht zu viel Phosphorsäure im ersten Jahre aufnehmen; die allmählicher wirkende Thomasschlacke wird die Luzerne während der vier Jahre gleichmäßig mit Phosphorsäure versorgen, und die Kosten der Düngung werden sich **nur halb so hoch** stellen als bei der Superphosphatdüngung.

Es kommen gar viele Fälle in der landwirthschaftlichen Praxis vor, in welchen es mit der Wirkung der Phosphorsäuredüngung keine so große Eile hat, es nicht so nothwendig ist, die Phosphorsäure in wasserlöslicher Form zu geben, in welchen man vielmehr mit Vortheil der langsamer sich lösenden, entsprechend billigeren Thomasphosphorsäure sich bedienen kann.

Gesetzt, Sie haben einen Boden, welchem die Pflanzen jährlich 50 Kilo Phosphorsäure p. ha. entziehen. Wollen Sie nun die Fruchtbarkeit dieses Bodens auf gleichbleibender Höhe erhalten, so werden Sie die jährlich entzogenen 50 Kilo Phosphorsäure dem Boden durch Düngung ersetzen. Aber ist es nothwendig, daß diese 50 Kilo Phosphorsäure in leichtlöslicher Form, in Form von Superphosphat gegeben

werden? Nein, wenigstens nicht in allen Fällen. Es kommt darauf an, wie reich der Boden ist.

Haben Sie es mit einem von Natur **reichen** oder durch langjährige Kultur, durch wiederholte Superphosphatdüngungen stark angereicherten Boden zu thun, mit einem Boden, der in seiner Krume den Pflanzen vielleicht 1000 Kilo Phosphorsäure anbietet, damit sie ihren Bedarf von nur 50 Kilo daraus decken, so sind die Ansprüche an die Leichtlöslichkeit der Phosphorsäure gering. Je 100 Kilo dieser Phosphorsäure haben nur 5 Kilo an die Pflanzen abzugeben.

Ist der Boden dagegen **arm** an Phosphorsäure, ist sein Düngungszustand ein schlechter, bietet er den Pflanzen, welche einer Menge von 50 Kilo Phosphorsäure bedürfen, einen Vorrath von vielleicht nur 500 Kilo, so sind die Anforderungen, welche man an die Leichtlöslichkeit seiner Phosphorsäure zu stellen hat, natürlich weit größer, denn aus je 100 Kilo des Phosphorsäure-Vorrathes sind in diesem Fall nicht weniger als 10 Kilo an die Pflanzen zu liefern. Der an Phosphorsäure reiche Boden würde also den Pflanzen eine Phosphorsäure von nur **5** Procent Aufnehmbarkeit zu bieten brauchen, der an Phosphorsäure arme dagegen ein Phosphat von nicht weniger als **10** Procent Aufnehmbarkeit, um die gleichen Erträge zu gewinnen.

Sie werden hieraus ersehen, daß ein reicher Boden nicht den gleichen Grad von Schnelllöslichkeit der Phosphorsäure zu bieten braucht als ein armer, und Sie werden es verstehen, daß es thatsächlich Böden giebt, auf welchen eine Düngung von 100 Kilo billiger Thomasmehl-Phosphorsäure kaum geringere Dienste geleistet hat als eine Düngung von 100 Kilo theurer Superphosphat-Phosphorsäure, auch wenn die erstere langsamer zur Wirkung gekommen ist als die letztere.

Es kommt eben darauf an, wie groß das Phosphorsäurekapital ist, mit welchem man arbeitet. Arbeitet der Landwirth, wie gesagt, mit einem Kapital von beispielsweise 1000 Kilo Phosphorsäure pro ha, so brauchen von diesem Kapital jährlich nur 50 Kilo Phosphorsäure, also nur 5 Procent flüssig zu werden, und es kann der Abbruch, den das Kapital durch die jährlichen Ernten erleidet, durch die langsamer sich lösende, billigere Thomasphosphorsäure gedeckt werden. Anders bei einem armen Boden. Enthält der Boden nur **500** Kilo Phosphorsäure pro ha anstatt der **1000** Kilo, so muß das Phosphorsäure-Kapital entsprechend löslicher sein, wenn es das Gleiche leisten soll; es muß anstatt 5 Procent nicht weniger

als **10** Procent Phosphorsäure jährlich flüssig machen, und demgemäß ist auch der Abbruch, den es durch die jährliche Ernte erleidet, durch leichter lösliche, durch die höher im Preise stehende Superphosphat-Phosphorsäure oder aber durch ein entsprechendes **Mehr** von langsamer sich lösender Phosphorsäure zu ersetzen.

Die Regel wäre also die:

Wer mit reichem Bodenkapital an Phosphorsäure arbeitet, kann durch billigere, langsamer sich lösende Phosphorsäure sein Kapital und damit auch die Fruchtbarkeit seines Bodens auf gleichbleibender Höhe erhalten. Wer dagegen mit geringem Bodenkapital an Phosphorsäure die gleichen Erträge erzielen will, der muß mit einer Phosphorsäure von entsprechend größerer Leistungsfähigkeit, mit einer Phosphorsäure von schnellerer Löslichkeit arbeiten und den Abbruch, den das Phosphorsäurekapital durch die jährliche Ernte erleidet, durch die theurere, schneller sich lösende Superphosphat-Phosphorsäure oder aber durch Aufwendung eines entsprechend größeren Quantums langsamer sich lösender Thomasphosphorsäure ersetzen.

Auf reichen Böden also kann die Thomasschlacke oft noch größere Vortheile bieten als auf ärmeren, denn es werden Fälle vorkommen, in welchen der Phosphorsäureverlust, den der Boden durch die Erntenahme erleidet, ebensogut durch etwa 150 Kilo Thomas-Phosphorsäure, die nur 33 Mark kosten, sich ersetzen läßt als durch 100 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure, die man mit 60 Mark bezahlen muß.

Ich erinnere Sie an einige Erfahrungen der Praxis, an die Resultate einiger Feldversuche, bei welchen man gefunden hat, daß auf reichen Böden die Thomasmehl-Phosphorsäure ebensoviel Mehrertrag lieferte als die gleiche Menge Superphosphat-Phosphorsäure. Namentlich auch in England sind Versuchsergebnisse publicirt worden, welche dies — namentlich auf thonreichen Böden — bestätigen. Diese Ergebnisse, welche man selbstverständlich nicht dahin deuten darf, daß 1 Kilo Thomas-Phosphorsäure unter allen Umständen den gleichen Düngewerth habe als 1 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure, sind beachtenswerth. Sie zeigen und bestätigen uns, daß es gewisse Verhältnisse giebt, unter welchen man ganz besonders große Vortheile aus der Verwendung der Thomas-Phosphorsäure ziehen kann. Diese Verhältnisse bieten einestheils die sauren Moorböden, welche die Thomas-Phosphorsäure schnell aufschließen, und es bieten sie anderntheils die mit Phosphorsäure

angereicherten Böden, bei denen man — wie ich es vorhin ausgeführt und begründet habe — nicht immer nöthig hat, die durch die Ernten entzogene Phosphorsäure in so leichtlöslicher Form zu ersetzen, als man sie im Superphosphat erhält und entsprechend höher bezahlen muß.

Alle Phosphorsäure, welche die deutsche Landwirthschaft bedarf, läßt sich nun aber nicht in Form von Thomasmehl beschaffen. Nicht mehr als ein Drittheil des Gesammtbedarfs an Phosphorsäure steht uns in Form von Thomas-Phosphorsäure zur Verfügung. Wenn Sie daher fragen, wohin man rationeller Weise die Thomasschlacke und wohin man die Superphosphate bringen soll, um von beiden Düngemitteln den höchstmöglichen Nutzen zu ziehen, so gebe ich Ihnen auf Grund meiner bisherigen Forschungsresultate die folgende Antwort.

Man bringe die Thomasschlacke vorzugsweise auf die moorigen Böden, auf die Wiesen, auf die kalkbedürftigen, auf die humusreichen, die gut durchlüfteten, die thätigen, die phosphorsäurereicheren Böden. Man dünge vorzugsweise damit die mehrjährigen Futterfelder und die Pflanzen von längerer Vegetationsdauer.

Die aufgeschlossenen Phosphate dagegen bringe man vorzugsweise auf humusärmere, an Feuchtigkeit leicht Mangel leidende, chemisch nicht sehr thätige Böden. Man verwende sie da, wo es sich um sehr kurz und schnell vegetirende Pflanzen handelt, und man nehme sie da zu Hülfe, wo eine hochintensive Production — ohne daß dem Acker schon die genügende Anreicherung mit Phosphorsäure zu Theil geworden ist — bewirkt werden soll.

Sodann auch vergesse man nicht, daß ein Mittelweg eingeschlagen werden kann: man kann den Pflanzen einen Theil der Phosphorsäure in Form von Superphosphat für ihren ersten Bedarf, einen weiteren Theil in Form von Thomasschlacke für den späteren Bedarf und zum Zweck einer Anreicherung des Bodens geben.

Was speciell die **Wiesen**düngung betrifft, so möchte ich Sie darauf aufmerksam machen, daß Düngungen mit Kainit und Thomasschlacke oft zu ganz erstaunlichen Mehrerträgen geführt haben, so daß kein Landwirth es unterlassen sollte, die Wirkung solcher Düngungen auf seinen Wiesen zu prüfen. Die Wiesen sind meistens schlecht gedüngt, sie sind hungrig und besonders hungrig nach Phosphorsäure. Man hat die Wiesen wohl mit Mistjauche gedüngt, aber das genügt nicht. Die Mistjauche führt der Wiese viel Kali zu, aber keine Phosphorsäure. Wo

Mistjauche verwendet wird, da muß man auch mit reichlichen Mengen von Thomasschlacke düngen, sonst wird die Düngung nicht ausgenutzt. Und wo man es mit einer ausgehungerten Wiese zu thun hat, wo spärliches, schlechtes, hungriges Gras wächst, gar noch Haidekraut und Moose sich zeigen und kein oder nur sehr spärlicher Kleewuchs, da muß man wiederholte und sehr starke Düngungen von Thomasschlacke und Kainit geben (etwa 6 Ctr. Thomasschlacke pro Morgen und 3—4 Ctr. Kainit), um die Wiese wieder in Stand zu setzen. Aber man gebe wiederholt starke Düngungen. Von der ersten Düngung wird viel verbraucht, um zunächst einmal den Hungerzustand zu beseitigen und eine productionskräftige, mit reichlichen und tiefgehenden Wurzeln ausgestattete Vegetation zu erzeugen. Dann erst beginnt die eigentliche Production. Schwache Düngungen oder unregelmäßige, nur alle paar Jahre wiederholte Düngungen würden ganz und gar unrationell sein. Erst wenn die Erträge auf eine befriedigende Höhe gebracht worden sind, kann man die Düngung mäßigen und braucht man jährlich nicht viel mehr der Wiese zurückzugeben, als man ihr in den Heuernten an Kali und Phosphorsäure entzieht.

Damit will ich schließen. In meinem dritten Vortrage werde ich die Frage der **Kali**düngung kurz besprechen.

III.

Gestatten Sie mir, daß ich Ihnen heute einigen Aufschluß gebe über die Frage:

Welche Kulturpflanzen sind dankbar für eine Düngung mit Kalisalzen?

Ueber diese wichtige Frage sind erst in neuester Zeit umfassende Forschungen ausgeführt worden, und es hat sich dabei gezeigt, daß man seither in manchen Irrthümern befangen gewesen ist.

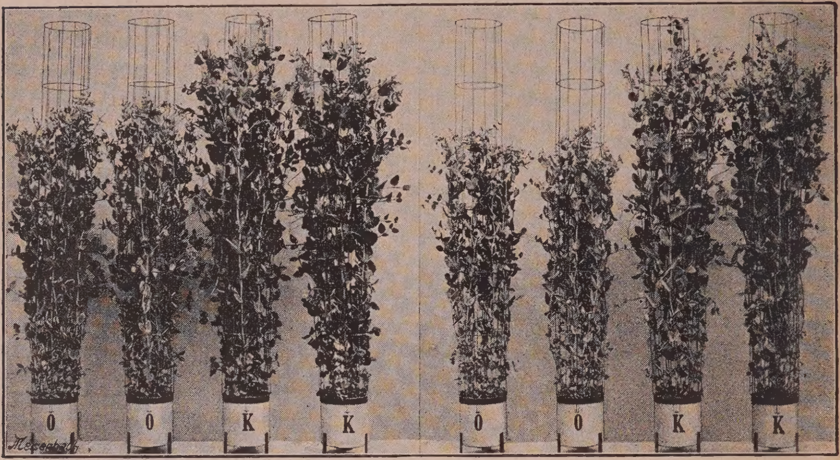
Ich will Ihnen einige unserer Kulturen in photographischen Aufnahmen vorführen.

Sie sehen auf der **Tafel 9** einige Kalidüngungsversuche mit Erbsen, auf Lehmboden und auf Sandboden ausgeführt. Der Lehmboden war von Natur reicher (0.23 %), der Sandboden ärmer (0.04 %) an Kali. In Folge dessen weisen die mit O bezeichneten Gefäße, welche nicht mit Kali, dagegen mit so viel Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt waren,

Tafel 9.

Kali-Düngungsversuche

mit Erbsen auf Lehmboden. **mit Erbsen auf Sandboden.**

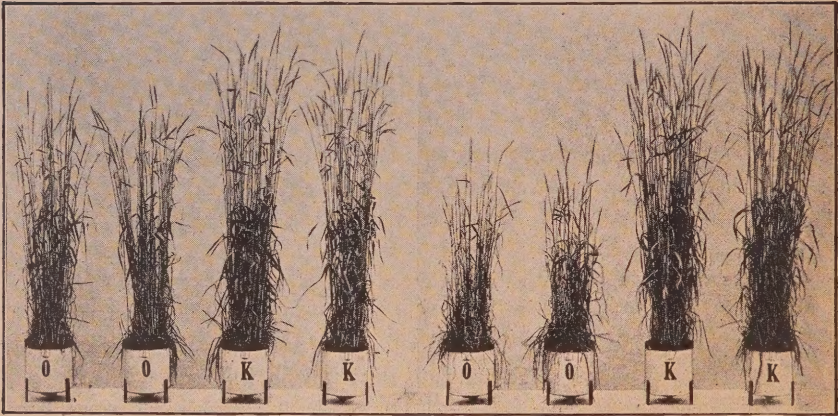


Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit $^3/_4$ g Kali. Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit $^3/_4$ g Kali.

Tafel 10.

Kali-Düngungsversuche

mit Roggen auf Lehmboden. **mit Roggen auf Sandboden.**



Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit $^3/_4$ g Kali. Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit $^3/_4$ g Kali.

als zu einer Maximalproduction ausreichte, beim Lehmboden eine üppigere Pflanzentwickelung auf als beim Sandboden.

Sowohl beim Sandboden, als auch beim Lehmboden aber hat die Kalidüngung, wie Sie an den mit K bezeichneten Gefäßen sehen, einen erheblichen Mehrertrag hervorgebracht. Ist dies zu verwundern? Nein, denn daß Erbsen, Wicken, Klee, Luzerne und andere Leguminosen für eine Kalidüngung meist recht dankbar sind, hat man längst gewußt.

Wollen Sie nun aber weiter die **Tafel 10** betrachten.

Hier finden Sie die gleichen Versuche mit dem gleichen Boden, der gleichen Düngung ꝛc., nur mit dem Unterschiede, daß eine andere Kulturpflanze, nämlich Sommerroggen, gewählt worden ist.

Was zeigt uns dies Bild? Es zeigt uns, daß ohne Kalidüngung der Roggen — namentlich auf dem Sandboden — sich sehr spärlich, mit Kalidüngung dagegen sehr üppig entwickelt hat, und vergleichen Sie weiter die Roggenkulturen mit den auf Tafel 9 dargestellten Erbsenkulturen, so werden Sie finden, daß der Roggen auf dem nicht mit Kali gedüngten Boden weit spärlicher gewachsen ist als die Erbsen, woraus man den Schluß ziehen muß, daß der Roggen ein noch größeres Düngebedürfniß für Kali hat als die Erbse. Entspricht aber dies den Vorstellungen, welche man früher über das Kalidüngebedürfniß der Halmgewächse gehabt hat? Nein. Man hat die Halmgewächse nicht für sehr kalibedürftig gehalten; erst Schultz-Lupitz hat eine Kalidüngung für den Roggen gefordert, und unsere Versuche haben es bestätigt, daß er Recht hat. Die Düngung mit Kalisalzen ist für die Halmgewächse von weit größerer Bedeutung, als man es bisher angenommen hat.

Aber nicht alle Halmgewächse haben ein gleich großes Düngebedürfniß für Kali.

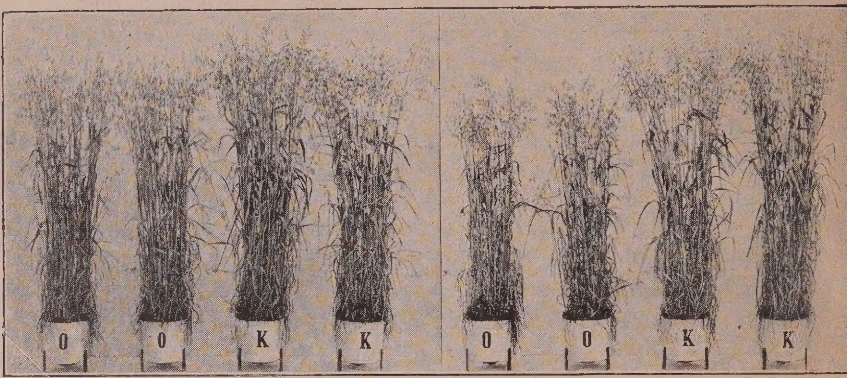
Zum Beweis hierfür zeige ich Ihnen die **Tafel 11.**

Es sind wiederum dieselben Versuche, wie Sie sie auf den Tafeln 9 und 10 gesehen haben, nur mit dem Unterschiede, daß der Hafer als Versuchspflanze gewählt wurde. Vergleichen Sie nun die mit O bezeichneten, also nicht mit Kali gedüngten Gefäße der Tafel 11 mit denen der Tafel 10, so finden Sie, daß der Hafer weit weniger an Kalihunger zu leiden gehabt hat als der Roggen. Es stand ihm nicht mehr Kali als dem Roggen zur Verfügung, aber doch konnte er pr. Gefäß auf dem Sandboden 96 g, auf dem Lehmboden 151 g Erntesubstanz erzeugen,

Tafel 11.

Kali-Düngungsversuche

mit Hafer auf Lehmboden. mit Hafer auf Sandboden.



Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit ¾ g Kali. Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit ¾ g Kali.

während der Roggen unter den gleichen Verhältnissen nur **35** und **64** g, also noch nicht halb so viel Erntemasse hervorzubringen vermochte als der Hafer. Der Roggen also hat ein größeres Düngebedürfniß für Kali als der Hafer.

Noch größer als beim Roggen scheint das Bedürfniß nach leichtlöslichen Kalisalzen bei der Gerste zu sein. Die Gerste producirte bei unseren Versuchen auf dem nicht mit Kali gedüngten Boden durchschnittlich nur 25 g, während der Hafer unter den gleichen Verhältnissen **100** g producirte.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Gerste sich als diejenige Kulturpflanze erweisen wird, welche den kalireichsten Boden beansprucht, denn bei allen von uns ausgeführten Versuchen hat sich ein ganz ausnehmend großes Düngebedürfniß der Gerste für Kali gezeigt, und ich bin überzeugt, daß man in der Praxis es bald bestätigt finden wird, daß nicht nur für den Roggen die von Schultz-Lupitz mit Recht geforderte Kali-Phosphatdüngung nothwendig ist, um den vorhandenen Stickstoff zu vollkommenster Ausnutzung zu bringen, sondern in ganz hervorragendem Maße auch für die Gerste.

Ich glaube sogar, daß die Praxis dies kaum erst zu bestätigen braucht, sondern — wenngleich unbewußt — es schon bestätigt hat.

Auf die folgende Thatsache will ich kurz hinweisen. Berechnet man das Mittel aus den auf Prof. Märckers Veranlassung in der Provinz Sachsen ausgeführten Salpeterdüngungsversuchen mit Gerste und Hafer, so stellt sich heraus, daß je 100 Kilo Chilisalpeter im Vergleich zu stickstofffreier Düngung

bei Hafer **460** Kilo Körner und **720** Kilo Stroh
(Mittel aus 27 Versuchen),
bei Gerste dagegen nur **110** Kilo Körner und **320** Kilo Stroh
(Mittel aus 34 Versuchen)

producirt haben.

Wie ist dies zu erklären? Wie kommt es, daß die gleiche Menge Stickstoff bei der Gerste nur 110 Kilo Körner, beim Hafer dagegen 460 Kilo Körner producirt hat? Hat etwa die Gerste ein geringeres Ausnutzungsvermögen für Stickstoff? Nein. Nach meinen Versuchen nicht. Auch Hellriegel hat mit aller Schärfe festgestellt, daß aus je 1 Theil Stickstoff der Hafer rund 100 Theile, und ebenfalls auch die Gerste 100 Theile Stroh + Körner produciren kann.

Also wird das Resultat jener Feldversuche auf Zufälligkeit beruhen? Nein. Zunächst ist das bei der großen Anzahl der betreffenden Versuche und jener ungemein großen Differenz zwischen den Hafer- und Gersteerträgen nicht gut möglich, und sodann habe ich das in Sachsen erhaltene Resultat bei meinen Versuchen vollkommen bestätigt gefunden. Auf einem Boden, der einen geringen Gehalt an Kali und Phosphorsäure besaß, habe ich durch Düngung von je 1 g Stickstoff an Mehrertrag erhalten:

	Körner	Stroh	Stroh und Körner
	g	g	g
bei Hafer	49	70	119
bei Gerste nur	**16**	**25**	**41.**

Woraus erklärt sich nun die überraschend geringe Verwerthung der Stickstoffdüngung durch die Gerste? Antwort:

Aus dem überaus großen Düngebedürfniß der Gerste für Kali und Phosphorsäure.

Dem Hafer hatten die in dem Boden vorhandenen Mengen von Kali und Phosphorsäure genügt, um die Düngung von 1 g Stickstoff vollständig zu verarbeiten, der Gerste aber waren sie zu gering gewesen, wie die folgenden Resultate es beweisen.

Es wurde im Vergleich zu ungedüngt an Mehrertrag erhalten:

Düngung: überall 1 g Stickstoff und außerdem		Körner g	Stroh g	Stroh und Körner g
Hafer	0	49	70	119
	1/2 g Kali und 1/2 g Phosphorsäure	**57**	**75**	**132**
Gerste	0	16	25	41
	1/2 g Kali und 1/2 g Phosphorsäure	**36**	**52**	88.

Man sieht, daß die Kali-Phosphatdüngung beim Hafer nur einen geringen Mehrertrag hervorgebracht hat, während sie bei der Gerste den Ertrag verdoppelt hat.

Die Gerste hat also ein weit größeres Düngebedürfniß für Kali und Phosphorsäure als der Hafer, und wenn Schultz-Lupitz sagt: „es liegt bereits voller erfahrungsmäßiger Grund zu der Annahme vor, daß auch für die schwereren, kalireicheren Böden die Staßfurter Kalisalze einen weit, weit höheren Werth haben, als wie solcher ihnen seitens der Praktiker heute beigelegt wird“, so glaube ich, daß dies ganz besonders für die **Gerste** gilt.

Der Praktiker weiß es, daß die Gerste eine Salpeterdüngung meist weit schlechter lohnt als der Hafer, und zwar nicht nur, weil sie leichter lagert. Der Praktiker weiß ferner, daß starke Düngung mit Stickstoffsalzen eine schlechte, eine zu stickstoffreiche, zu proteinreiche Braugerste liefert. Bekannt aber ist es bislang noch nicht gewesen, wie ungemein groß das Bedürfniß der Gerste für **Kali-Phosphat**düngung ist, und daß man die Gerste durch genügend starke Düngungen mit Kali und Phosphorsäure zwingen kann, den Stickstoff zu **proteinärmeren,** dadurch für Brauzwecke geeigneteren Körnern und zu einer zugleich **reichlicheren** Erntemasse zu verarbeiten.

Ich gehe jetzt zu einer anderen Frage über. Eine Pflanze, für welche Schultz-Lupitz keine directe, sondern eine Vorfruchtdüngung mit Kalisalzen empfiehlt, ist die **Kartoffel.** Leider kann ich hierüber noch nichts absolut Bestimmtes sagen, weil befriedigend exacte Kalidüngungsversuche mit Kartoffeln mir erst seit zwei Jahren gelungen sind. So weit ich aber aus dem Resultat dieser Versuche, sowie aus den Ergebnissen meiner früheren Arbeiten ein Urtheil ableiten kann,

scheint es sich zu bestätigen, daß die Kartoffel keine sehr reichliche Düngung mit leichtlöslichem Kali liebt, besonders dann nicht liebt, wenn der Boden aus leichtem Sand besteht. Während die Gerste auf leichtem, kaliarmem Sandboden sehr kümmerlich vegetirte, und die Kalidüngung sie zu üppiger Entwickelung brachte, übte unter sonst gleichen Verhältnissen die geringere Kalidüngung auf Kartoffeln eine bis zum Eintritt der Blüthe kaum sichtbare, die stärkere Kalidüngung sogar eine anfangs nachtheilige Wirkung aus.

Tafel 12.

Kali-Düngungsversuche

mit Kartoffeln auf Sandboden. **mit Kartoffeln auf Lehmboden.**



Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit 2 g Kali. Ohne Kalidüngung. Gedüngt mit 2 g Kali.

Die Tafel 12 zeigt das photographische Bild einiger dieser Versuche.

Auf Lehmboden hat die Kalidüngung, wie man an der üppigeren Ausbildung des Krautes deutlich erkennt, gewirkt, während auf dem Sandboden die gleiche Kalidüngung unter sonst gleichen Verhältnissen keine üppigere Krautbildung hervorgerufen hat. Erst nach vollendeter Blüthe konnte man beobachten, wie auch auf dem Sandboden die Kalidüngung wirkte. Das Kraut der gedüngten Pflanzen fing Ende Juni an, sich kräftiger zu entwickeln als das der ungedüngten, und auch der Ertrag an Knollen gab eine Wirkung zu erkennen.

Durch eine Düngung von 2 g Kali wurden im Vergleich zu kalifreier Düngung an Mehrertrag erhalten:

auf Lehmboden 260 g Kartoffeln,
„ Sandboden 192 „ „ .

Der Sandboden also hat erheblich weniger günstige Verhältnisse für die Wirkung des Kalis geboten als der Lehmboden, wodurch der Schluß nahe gelegt wird, daß die Kartoffel, der es ja verhältnißmäßig leichter zu sein scheint, sich Kali anzueignen, mehr das vom Boden gebundene, das „absorbirte" Kali liebt als das leicht lösliche, und daß man daher auf lehmigem Boden, der bekanntlich eine größere Absorptionsfähigkeit für Nährstoffe hat, schon eher stärkere Kalidüngungen zu Kartoffeln riskiren und mit Vortheil verwenden kann als auf leichtem Sandboden. Jedenfalls scheint es, so weit bis jetzt Erfahrungen vorliegen, überall empfehlenswerth zu sein, eine möglichst starke Vorfruchtdüngung mit Kalisalzen für Kartoffeln zu verwenden.

Bei jeder starken Kalidüngung aber ist zu berücksichtigen, daß eine weitgehende Verdünnung des Kalis im Boden von Vortheil ist, denn es giebt Kulturpflanzen, welche gegen eine starke Concentration der Kalisalze empfindlich sind. Man wird die Salze daher so zeitig als möglich vor der Einsaat ausstreuen und ihre Anwendung vorzugweise in die Herbst- und Wintermonate legen.

Auf Grund der gegebenen Ausführungen und im Anschluß an dieselben will ich Ihnen jetzt noch die folgenden kurzen Angaben bezüglich der Kalidüngung der Kulturpflanzen machen.

a. Eine hohe Rentabilität der Kalidüngung stellen vor allem der Moorboden und der leichte Sandboden in Aussicht. Genannte Böden sind meist so arm an Kali, daß sie der Zufuhr bedeutender Mengen von Staßfurter Salzen nicht entbehren können, wenn sie befriedigende Erträge liefern sollen. Geeignete Kalisalze für diese Böden sind der Kainit und der Carnallit.

Schwerere Böden hat man erst mit größerer Sorgfalt auf ihr Kalibedürfniß zu prüfen, bevor man zu regelmäßigen Kalidüngungen sich entschließt.

b. Als hervorragend düngebedürftig für Kali und die Kalisalzdüngung in hohem Maße lohnend ist sodann der **Wiesenboden** anzusehen. Den Wiesen ist in den weitaus meisten Fällen viel mehr Kali und Phosphorsäure entzogen worden, als sie durch Düngung und Bewässerung zurückerhalten haben, und die Wiesenerträge sind — wie man es in neuerer Zeit auf das Bestimmteste nachgewiesen hat — durchweg erheblich geringer, als sie durch reichliche Zufuhr von Kali und Phosphorsäure erzielt werden könnten.

Wo die Wasserverhältnisse günstig sind, wo die Wiese nicht an Wassermangel, aber auch nicht an übermäßiger Nässe leidet, da kann man durch Thomasschlackendüngung (in den ersten Jahren etwa 800 Kilo pro Hektar, später weniger) in Verbindung mit Kainit (500 bis 700 Kilo pro Hektar, auf Moorwiesen bis zu 1000 Kilo pro Hektar) oft ganz erstaunlich hohe Mehrerträge hervorbringen und zugleich auch die **Qualität** des Futters verbessern, indem die guten Gräser und kleeartigen Pflanzen durch solche Düngung sich vermehren, und der Gehalt an unverdaulichen verholzten Stoffen sich vermindert.

Hat man billigen Stickstoff zur Verfügung, Latrine aus der Stadt oder Mistjauche, die man nicht anders verwenden kann, so bringe man auch Stickstoff auf die Wiese, die Düngung wird von guter Wirkung sein. Aber sie ist nicht nothwendig, und eine Düngung mit theurem Stickstoffsalz würde sogar eine Verschwendung sein, sie würde nicht genügend rentiren. Die Wiese soll nicht vom Boden- und Dünger-Stickstoff leben, es kommt ihr vielmehr die Aufgabe zu, die Wirthschaft an Stickstoff zu bereichern, atmosphärischen Stickstoff einzufangen und in Stallmist-Stickstoff überzuführen.

c. Die gleiche Rente, welche die Kalidüngung bezw. die Kali-**Phosphat**düngung auf Wiesen verspricht, stellt sie auch bei der Kultur der Erbsen, Bohnen, Linsen, Wicken, Luzerne, Klee, Esparsette, Serradella, Lupinen ꝛc. in Aussicht, denn alle diese Pflanzen bedürfen ebenfalls einer Düngung mit Stickstoffsalzen nicht, wenigstens nicht unter normalen Bodenverhältnissen. Der Stickstoff wird diesen Pflanzen kostenlos durch die atmosphärische Luft dargeboten, und durch reichliche Versorgung mit Kali und Phosphorsäure werden die Leguminosen befähigt, von diesem billigen Angebot den ausgiebigsten Gebrauch zu machen.

d. Wie man die „stickstoffmehrenden“ Pflanzen reichlich mit Kali und Phosphorsäure versorgen muß, damit sie möglichst große Mengen Stickstoff der atmosphärischen Luft entziehen und in Erntesubstanz umwandeln, so muß man den „stickstoffzehrenden“ Pflanzen, den Halmgewächsen, den Hackfrüchten, den Oelfrüchten ꝛc. ebenfalls einen Ueberschuß von Kali und Phosphorsäure bieten, damit sie den im Boden, im Stalldünger, in der Gründüngung und in stickstoffreichen Handelsdüngern ihnen zur Verfügung gestellten Stickstoff möglichst vollständig aufnehmen und ihn zu größtmöglicher Menge von Erntesubstanz verarbeiten. Der Stickstoff ist ja der werthvollste aller Pflanzennährstoffe; ihn möglichst auszu-

nutzen, muß das Ziel aller Düngung sein. Ist es gelungen, durch reichliche Wiesenerträge, durch reichliche Kleeernten und üppige Entwickelung der Gründüngungspflanzen viel Stickstoff einzufangen, und hat man sich obendrein noch viel Chilisalpeter und Ammoniaksalz gekauft, um höchstmögliche Erträge an Körnern, Rüben, Kartoffeln ꝛc. zu erzielen, so wäre es ja sehr thöricht, wenn man die Pflanzen nach Kali und Phosphorsäure hungern lassen und sie dadurch unfähig machen wollte, den dargebotenen, mit Mühe eingefangenen oder theuer bezahlten Stickstoff in ganzer Menge zu verarbeiten. Nicht einen Ueberschuß von theurem Stickstoff soll man der Pflanze bieten, um knapp zugemessene Kali- und Phosphorsäuremengen vollständig verarbeiten zu können, sondern umgekehrt: ein Ueberschuß von billigem Kali und billiger Phosphorsäure ist der Pflanze zur Verfügung zu stellen, damit sie fähig ist, den ihr sorgfältiger zuzumessenden theureren Stickstoff vollkommen zu verwerthen. Dies muß man stets im Auge behalten.

e. Ich halte es für zweckmäßig, alle in der Wirthschaft zur Verfütterung gelangenden Pflanzen (Klee, Futterrunkel, Wiesenpflanzen, Grünmais ꝛc.), sowie auch diejenigen Halmgewächse, welche das Streustroh liefern, mit so viel Kali zu düngen, als erforderlich ist, um nicht nur die höchstmöglichen Erträge zu erhalten, sondern auch, um eine Erntesubstanz von normalem Kaligehalt zu erzielen. Man suche ein kalireiches Futter zu ernten, denn ein solches liefert einen kalireichen Stallmist, und das in Form von Stallmist dem Boden zugeführte Kali ist für viele Kulturpflanzen das weitaus zuträglichste.

f. Insbesondere den Kartoffeln und Zuckerrüben suche man das Kali möglichst in Form von kalireichem Stallmist, ferner durch reichliche Düngung der Vorfrucht und endlich — soweit noch erforderlich — durch Herbstdüngung mit Staßfurter Salzen zuzuführen.

g. Auf Lehmboden vertragen die Kartoffeln eine directe und stärkere Düngung mit Kalisalzen besser als auf sehr leichtem Sandboden.

h. Die Halmgewächse verdienen bezüglich der Kalidüngungsfrage ebensosehr unsere Beachtung als andere Kulturpflanzen. Unter den Halmgewächsen bedarf am wenigsten der Hafer einer Kalidüngung, weit mehr der Roggen, der Weizen und die **Gerste.** Durch starke Kali-Phosphatdüngung ist, falls nicht der Stickstoff allzusehr vorherrscht, eine proteinärmere und dadurch für Brauzwecke geeignetere Gerste zu erzielen.

i. Wo Bodenverhältnisse und Kulturpflanzen die Anwendung der Kali-**Roh**salze gestatten, ist diesen Salzen in manchen Fällen der

Vorzug vor dem concentrirten Chlorkalium und schwefelsauren Kali zu geben, indem das den Rohsalzen beigemengte Chlornatrium von nicht unerheblich günstiger Wirkung auf manche Kulturen ist.

k. Die Anwendung der Kalisalze geschieht in der Regel am besten im Herbst oder während der Wintermonate, auf Ueberschwemmungswiesen im zeitigen Frühjahr. Man streut die Salze mit der Hand oder mit der Maschine breitwürfig aus und pflügt sie ein. Auf Wiesen genügt das bloße Ausstreuen. Sollen gleichzeitig Thomasschlacke oder andere Phosphate untergebracht werden, so empfiehlt sich vorheriges Mischen; nur darf die Mischung nicht lange liegen bleiben, da sie leicht erhärtet. Zusatz von Torfpulver (nach Fleischers Vorschlag) wirkt der Erhärtung entgegen.

l. Auf einen genügenden Gehalt des Bodens an kohlensaurem Kalk ist bei reichlicher Verwendung von Kalisalzen sorgfältig Acht zu geben. Wiederholtes Kalken oder Mergeln auf kalkarmen Böden (auch durch Thomasschlackendüngung wird Kalk zugeführt) ist unerläßlich, wenn man eine sichere und ausgiebige Wirkung der Kalisalze, insbesondere der Kali-Rohsalze erzielen will.

Damit will ich schließen.

Ueberblicken Sie das, was ich in meinen drei Vorträgen mit Ihnen besprochen habe, so werden Sie erkennen, daß ich es versucht habe, die verschiedenen Düngungsfragen von einem neuen, dem heutigen Stande der Düngungslehre entsprechenden einheitlichen Gesichtspunkte aus zu behandeln, von dem Gesichtspunkte einer

rationellen Oeconomie des Stickstoffs,

und ich glaube, daß dies zweckmäßig ist, denn wir werden dadurch zu einer klaren und zielbewußten Aufgabe geführt.

Der Stickstoff ist der wanderlustigste aller Pflanzennährstoffe. Aus der Luft tritt er in die Pflanzen ein und wandert aus den Pflanzen und aus ihren Zersetzungsproducten gar leicht wieder zurück in die Luft. Wir müssen ihn **einfangen,** ihn **festhalten** und ihn möglichst **hoch verwerthen,** das sind die drei wichtigsten und schwierigsten Aufgaben der ganzen Düngung, denn auch vom Gesichtspunkte dieser Aufgaben aus müssen wir die Fragen der Phosphorsäure- und Kali-Düngung behandeln. Ich will die Ausführungen, welche ich Ihnen in diesem Sinne gegeben habe, in folgenden kurzen Schlußsätzen zusammenfassen.

1. Wir müssen die stickstoff**mehrenden** Pflanzen: die Erbsen, Bohnen, Lupinen, Wicken, Klee, Serradella, Linsen, Esparsette, Luzerne 2c. **stick-**

stoffhungrig machen, damit sie das Stickstoffmagazin der Luft möglichst ausnutzen, und dies geschieht durch ausreichende Versorgung derselben mit **Phosphorsäure** und **Kali.**

2. Wir müssen für die Ernährung der stickstoff**zehrenden** Pflanzen, also der Halmgewächse, der Hackfrüchte, der Oelfrüchte 2c. möglichst viel Stickstoff aus der atmosphärischen Luft als der denkbar billigsten Stickstoffquelle einfangen. Dies geschieht durch **reichliche Wiesendüngung,** durch ausgedehnte **Leguminosenkultur,** insbesondere durch den Anbau von **Gründüngungspflanzen** und reichliche Versorgung derselben mit **Phosphorsäure** und **Kali.**

3. Wir müssen, soweit der aus der Atmosphäre eingefangene und durch Stallmist, Gründüngung 2c. dem Boden zugeführte Stickstoff nicht reicht, den Stickstoffzehrern so viel **Chilisalpeter, Ammoniaksalz** 2c. bieten, als unter den gegebenen Verhältnissen des Bodens und des Klimas von den Pflanzen vollständig verarbeitet werden kann.

4. Wir müssen den durch Futterbau eingefangenen und in den Stallmist gelangten Stickstoff vor Verlusten schützen. Dies geschieht durch Einstreuen von magnesiahaltigen **Kali**salzen und sauren **Phosphaten** in den Stall oder auf die Miststätte.

5. Wir müssen den durch Leguminosenkultur eingefangenen und durch Gründüngung, Stoppeln, Wurzelrückstände, Stallmist in den Boden gelangten Stickstoff vor Verlusten schützen, die während der Herbst- und Wintermonate durch Versickerung in Grundwasserschichten entstehen können. Solche Verluste sind zu verhüten durch den Anbau von Stoppelfrüchten und Gründüngungspflanzen, die man mit genügenden Mengen von **Phosphorsäure** und **Kali** versorgt.

6. Wir müssen den durch Gründünger, Stallmist, Chilisalpeter, Ammoniaksalz 2c. in den Boden gelangten Stickstoff zu vollkommener Aufnahme und höchstmöglicher Verwerthung zu bringen suchen. Dies geschieht wiederum durch genügende Versorgung der Pflanzen mit **Kali** und **Phosphorsäure.**

7. Wir müssen überall da, wo der Kalk fehlt, den Boden mergeln oder kalken, um eine ungehinderte Wirkung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kali-Düngung zu ermöglichen.

Wie wirkt das
Schwefelsaure Ammoniak
im Vergleich zum
Chilisalpeter?

Ergebnisse von Düngungsversuchen, welche auf Veranlassung der Dünger-(Kainit)-Abtheilung der

Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft

ausgeführt wurden auf der

Landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.

Von

Prof. Dr. Paul Wagner,

Mit 7 in den Text gedruckten Autotypien photographischer Aufnahmen von Pflanzenkulturen.

Frankfurt a. M.

Druck von L. Lichtenberg.

1892.

Ueber die Frage:

Wie wirkt eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak im Vergleich zu einer dem Stickstoffgehalt des Ammoniaksalzes entsprechenden Salpeterdüngung?

ist bereits viel gearbeitet und noch weit mehr geschrieben worden. Durch zahlreiche Feldversuche hat man das Wirkungsverhältniß zwischen Ammoniakstickstoff und Salpeterstickstoff festzustellen versucht und es ist auch gelungen, auf diesem Wege zu einigen brauchbaren, wenn auch nur ganz **ungefähren** Durchschnittszahlen zu gelangen.

Berechnet man das Mittel der in Stutzer's Schrift über den Chilisalpeter zusammengestellten Zahlen, so hat der Ertrag von je 100 Kilo Chilisalpeter den Ertrag der entsprechenden Menge Ammoniaksalz überstiegen um:

25	Kilo	Weizenkörner
57	„	Gerstekörner
164	„	Kartoffeln
920	„	Zuckerrüben
1739	„	Futterrüben.

Diese Mittelzahlen können selbstverständlich nur einen ganz *ungefähren* Anhaltspunkt bieten, denn die Einzelresultate, aus welchen sie berechnet sind, weisen die ungeheuerlichsten Differenzen und Widersprüche auf. Sie können nichts anderes als zeigen, daß im Mittel eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak geringer gewirkt hat als eine dem Stickstoffgehalt des Ammoniaksalzes entsprechende Salpeterdüngung und daß insbesondere bei *Zuckerrüben* und *Futterrüben* die Minderwirkung eine bedeutendere gewesen ist als bei anderen Kulturpflanzen. Der landwirthschaftlichen Praxis aber genügt dies natürlich nicht. Denn wenn man beispielsweise

angeführt findet (J. Samek), daß die Wirkung des Ammoniakstickstoffs bei Futterrüben nur 16%, bei Haferkörnern nur 64% der Salpeterwirkung betragen hat oder daß, wie Dr. Baeßler berichtet, eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter einen Mehrertrag von 1456 Kilo Kartoffeln, die entsprechende Ammoniakdüngung aber nur 37 Kilo Kartoffeln erbracht hat, während in anderen Fällen ein merklicher Unterschied zwischen Ammoniak- und Salpeterdüngung **nicht** hervorgetreten ist, mitunter sogar ein erhebliches Plus zu Gunsten des schwefelsauren Ammoniaks verzeichnet werden konnte, so sind das Resultate, welche dem Landwirth die größte Unsicherheit in der Ammoniakwirkung vor Augen führen und welche wohl nicht dadurch brauchbarer für die Praxis gemacht werden können, daß man Mittelwerthe aus ihnen berechnet.

Der Landwirth muß eine **Erklärung** für die Ergebnisse der Düngungsversuche haben. Die bloße Thatsache, daß in dem einen Fall das schwefelsaure Ammoniak einen totalen Mißerfolg ergeben, in dem anderen eine befriedigende Wirkung gezeigt hat, nützt dem Praktiker nichts. Er muß wissen, aus welcher Ursache jener Mißerfolg entstanden ist und welche Bedingungen vorhanden sein müssen, um den Ammoniakstickstoff zu befriedigender Wirkung zu bringen; erst dann kann er zielbewußt handeln und sich ein Urtheil darüber bilden, ob es rationell ist, in einem bestimmt vorliegenden Fall das schwefelsaure Ammoniak zu verwenden oder nicht.

Eine Erklärung für die bald guten, bald schlechten Erfahrungen der Ammoniakdüngung aber haben die Feldversuche nicht ergeben. Die wissenschaftliche Forschung muß hier ergänzend eintreten.

Auch die nach Märckers Plan von Mitgliedern der deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft ausgeführten Ammoniak- und Salpeterdüngungsversuche*) haben nichts weiter ergeben und konnten auch nichts weiter ergeben als die schon aus früheren Versuchen bekannten schwankenden Resultate ohne jede Aufklärung über die **Ursache** der Schwankungen.

In meiner im Verlag von Paul Parey, Berlin soeben erschienenen Schrift: „Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenernährung, I. Theil: **„Die Stickstoffdüngung der landw. Kulturpflanzen“** habe ich die nach Märckers Plan ausgeführten Versuche näher besprochen und ich habe dort in Verbindung mit weiteren Stickstoff-Düngungsfragen, Gründüngungsfragen 2c. die Resultate mitgetheilt, welche unsere auf Veranlassung der Dünger (Kainit-) Abtheilung der deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft ausgeführten Versuche über die Ammoniakdüngung ergeben haben.

---

*) Jahrbuch der deutschen Landwirthschaftsgesellschaft 1889.

Ich verweise auf den dort gegebenen ausführlicheren Bericht und ich will in dieser auf Wunsch der deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft herausgegebenen kurzen Schrift einige Mittheilungen über unsere Versuche machen.

Wir hatten die Aufgabe übernommen, eine Erklärung für die folgenden in der Praxis erhaltenen und namentlich durch Märcker's Versuche festgestellten Resultate zu suchen:

1. Das schwefelsaure Ammoniak hat durchschnittlich geringer gewirkt als eine dem Stickstoffgehalt desselben entsprechende Düngung mit Chilisalpeter.

2. Auf **Rüben** und **Kartoffeln** hat das schwefelsaure Ammoniak erheblich geringer gewirkt als auf **Halmgewächse.**

3. Von den Halmgewächsen ist es besonders die **Gerste** gewesen, bei welcher eine geringere Wirkung des Ammoniaksalzes beobachtet worden ist.

Wir haben nun zunächst geprüft, ob diese in der Praxis beobachteten Erscheinungen auch bei unseren auf kleinen Parzellen und in Gefäßen ausgeführten Versuchen eintreten würden, und ich kann hier mittheilen, daß wir bei diesen Versuchen eine vollkommene Bestätigung der bei Feldversuchen gewonnenen Resultate erhalten haben. Rüben und Kartoffeln ergaben die relativ geringste Wirkung der Ammoniaksalzdüngung, und unter den Halmgewächsen war es insbesondere die Gerste, welche eine Salpeterdüngung besser ausnutzte als eine Ammoniaksalzdüngung.

Wir haben sodann Versuche ausgeführt, bei welchen wir nach jeder Richtung hin möglichst günstige Vegetationsverhältnisse herzustellen suchten, um zu prüfen, ob nicht unter solchen Verhältnissen eine dem Salpeterstickstoff vollständig gleichkommende Wirkung des Ammoniakstickstoffs zu erzielen sei.

Diese Versuche, welche mit Roggen, Weizen, Hafer, Gerste, Rübsen, Kartoffeln, Möhren und Lein theils auf Parzellen, theils in Gefäßen ausgeführt wurden, haben übereinstimmend das Resultat ergeben, daß die Wirkung des Salpeterstickstoffs selbst unter günstigsten Verhältnissen nicht ganz erreicht wurde durch eine entsprechende Ammoniaksalzdüngung. Im Mittel aller in Gefäßen ausgeführten Versuche hat die Wirkung des Ammoniakstickstoffs 91, sagen wir rund 90 betragen, wenn die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 gesetzt wurde.

Ich habe von einigen unserer Kulturen photographische Aufnahmen anfertigen lassen und gebe dieselben auf den Tafeln 1 bis 5 hier wieder. Man erkennt aus der Entwickelung, welche die mit schwefelsaurem Ammoniak und Chilisalpeter gedüngten Kulturpflanzen erreicht haben, mit großer

Düngungsversuche mit Hafer.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



0 g Stickstoff. | $1^1/_2$ g Stickstoff in Form von Chilisalpeter. | $1^1/_2$ g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Tafel 2.

Düngungsversuche mit Kartoffeln.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



0 g Stickstoff.

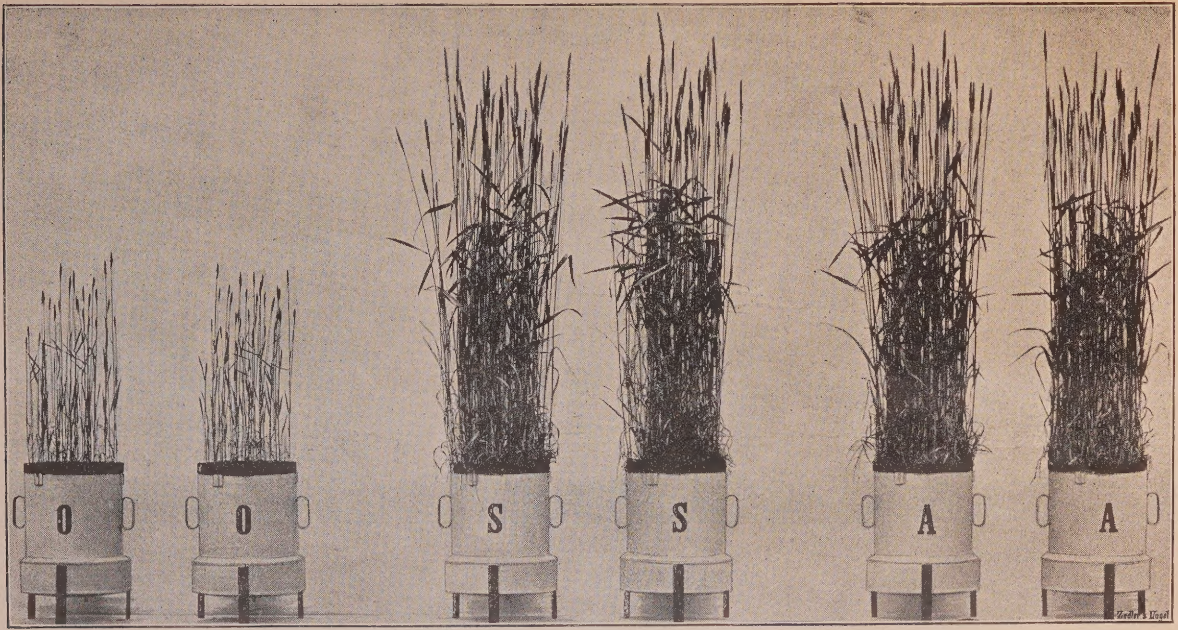
$1^1/_2$ g Stickstoff
in Form von Chilisalpeter.

$1^1/_2$ g Stickstoff
in Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Tafel 3.

Düngungsversuche mit Sommerweizen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



0 g Stickstoff. | $1^1/_2$ g Stickstoff in Form von Chilisalpeter. | $1^1/_2$ g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Tafel 4.

Düngungsversuche mit Gerste.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



0 g Stickstoff

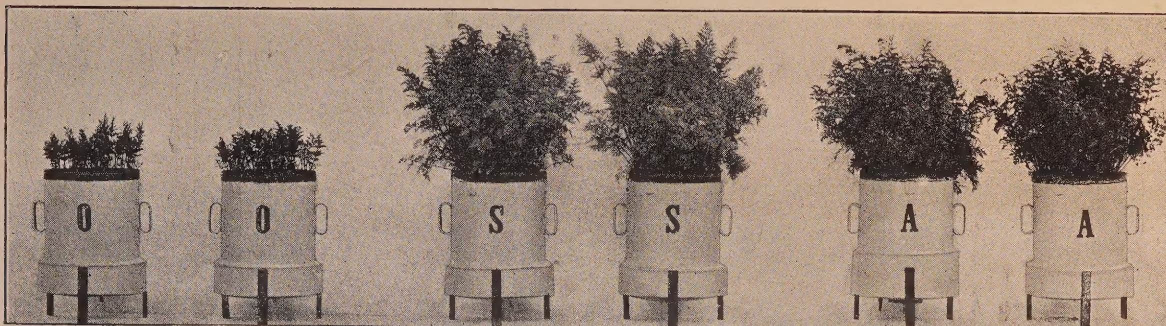
$^1/_2$ g Stickstoff
in Form von Chilisalpeter.

$1^1/_2$ g Stickstoff
in Form von **schwefelsaurem Ammoniak.**

Tafel 5.

Düngungsversuche mit Möhren.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



0 g Stickstoff	$1^1/_2$ g Stickstoff in Form von Chilisalpeter.	$1^1/_2$ g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Deutlichkeit, daß die Wirkung des Ammoniakstickstoffs derjenigen des Salpeterstickstoffs nahezu gleich gewesen ist; nur bei den Möhren und der Gerste sind die mit Ammoniaksalz gedüngten Pflanzen sichtbar zurückgeblieben gegen die mit salpetersaurem Natron gedüngten. Nach Feststellung dieser Thatsachen bestand unsere Forschungsaufgabe nun in Folgendem:

1. Wir hatten eine Erklärung dafür zu suchen, daß selbst unter Herstellung möglichst günstiger Vegetationsverhältnisse die Ammoniakwirkung um circa 10 % zurückgeblieben war gegen die Salpeterwirkung.

2. Wir hatten eine Erklärung dafür zu suchen, daß unter den im praktischen Ackerbaubetrieb vorkommenden Verhältnissen die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks oft erheblich *weniger* als 90 % der Salpeterwirkung betragen hat und daß insbesondere bei **Rüben** und **Kartoffeln** eine so bedeutende Minderwirkung des Ammoniaksalzes beobachtet worden ist, daß man sich veranlaßt gesehen hat, *das schwefelsaure Ammoniak für Rüben- und Kartoffeldüngung vollständig zu verwerfen.*

Um nun die Richtung zu finden, in welche wir unsere Forschung zu lenken hatten, glaubten wir die folgenden Umstände ins Auge fassen zu sollen.

1. Es ist in Erwägung zu ziehen, daß der Chilisalpeter den Stickstoff in einer dem Aneignungsvermögen der Pflanzen vollkommen entsprechenden Form enthält, während das Ammoniaksalz erst in salpeterartige Verbindungen übergehen muß, ehe es zur Stickstoffernährung der Pflanzen wesentlich beitragen kann. Ist es auch gelungen, landwirthschaftliche Kulturpflanzen zu einer den normalen Verhältnissen sich nähernden Entwickelung zu bringen, wenn man denselben als einziges Stickstoffnährmittel *Ammoniaksalz* geboten und man alle Umstände möglichst beseitigt hatte, unter welchen eine Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure erfolgt, so hat es sich doch bei allen derartigen Versuchen gezeigt, daß eine erheblich *üppigere* Entwickelung der Pflanzen erzielt wurde, wenn man unter sonst gleichen Verhältnissen ein *salpetersaures* Salz als Stickstoffnährmittel gegeben hatte, und es ist bei den mit Ammoniaksalz ausgeführten Versuchen immer noch zweifelhaft geblieben, ob nicht während der Vegetationsdauer der Pflanzen sich so viel Salpetersäure aus dem dargereichten Ammoniak gebildet hatte, daß auch hier die Hauptnährung der Pflanzen durch Salpetersäure bewirkt worden war. Man ist zu der Annahme berechtigt, daß die Salpetersäure das weitaus günstigste, möglicherweise das allein zuträgliche Stickstoffnährmittel für die landwirthschaflichen Kulturpflanzen bietet und daß die Düngung mit Ammoniaksalz nur dadurch eine vermehrte Stickstoffernährung

der Pflanzen bewirkt, daß dasselbe in Berührung mit der Bodenkrume allmählich in salpetersaure Verbindungen übergeht.

Dieser Umwandlungsproceß aber ist an gewisse Bedingungen geknüpft. Mikroskopisch kleine Organismen sind es, welche den Uebergang des Ammoniaks in Salpetersäure vermitteln, und es bleibt zu prüfen, wie schnell dieser Vorgang stattfindet, welche Bedingungen ihn begünstigen und welche Maßnahmen eventuell zu ergreifen sind, ihn zu beschleunigen.

2. Es bleibt zu prüfen, ob die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure ohne Verlust vor sich geht, oder ob man aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff nicht wieder 100 Theile Salpeterstickstoff, sondern weniger erhält.

3. Der Chilisalpeter ist und bleibt im Boden frei beweglich, während das Ammoniak durch die Absorptionskräfte des Bodens gebunden wird.

Dies ist von Bedeutung für den Grad der Aufnahmefähigkeit des Stickstoffs durch die Wurzeln, denn je größer die Beweglichkeit der Pflanzennährstoffe im Boden ist, um so leichter wird es den Wurzeln, sie aufzunehmen. Den Salpeterstickstoff aufzunehmen, bietet den Pflanzen keine Schwierigkeit, indem der Salpeter sich mit dem in den Boden dringenden Regenwasser nach allen Richtungen hin vertheilt, mit jeder Wurzelfaser in Berührung kommt und auch der Bewegung des Bodenwassers wieder folgt, wenn dieses durch die Saugkraft der Krume getrieben, denjenigen Bodenräumen zufließt, in welchen der Hauptverbrauch an Wasser wie an Nährstoffen stattfindet.

Der leicht bewegliche Salpeterstickstoff ist den Pflanzen stets verfügbar und selbst aus starker Verdünnung wird er mit Leichtigkeit durch die Wurzeln aufgesogen, während der Ammoniakstickstoff schon aus Ursache seiner Schwerbeweglichkeit langsamer zur Wirkung kommt.

Es ist also auch aus diesem Grunde zu prüfen, wie schnell der Ammoniakstickstoff in Salpetersäure umgewandelt wird und welche Bedingungen diesen Prozeß begünstigen, denn mit der Umwandlung in Salpetersäure entzieht sich der Ammoniakstickstoff zugleich den Absorptionskräften des Bodens und erlangt dadurch die Leichtbeweglichkeit des Chilisalpeters.

4. Der Stickstoff des Ammoniaksalzes ist an Schwefelsäure gebunden; soll aber das Ammoniak sich umwandeln in Salpetersäure, so ist zuvor eine Trennung desselben von der Schwefelsäure nöthig. Diese Trennung wird durch den kohlensauren Kalk des Bodens vollzogen. Es ist also zu prüfen, ob durch eine Kalkung des Bodens die Ueberführung

des Ammoniakstickstoffs in Salpetersäure zu beschleunigen ist und ob die oft auf humusreichen, kalkarmen Böden (Wiesenböden, Moorböden) beobachteten Mißerfolge der Ammoniakdüngung auf ein Fehlen des nöthigen Kalks zurückgeführt werden können.

5. Mit je 100 Theilen Ammoniakstickstoff werden durch das schwefelsaure Ammoniak nicht weniger als **285** Theile Schwefelsäure in den Boden gebracht, während beispielsweise die Halmgewächse auf je 100 Theile Stickstoff nur **10** Theile Schwefelsäure consumiren Es liegt somit die Möglichkeit vor, daß der große Ueberschuß an Schwefelsäure unter Umständen nachtheilig auf die Pflanzen wirken kann, und daß das Ammoniak, wenn es mit einer anderen Säure verbunden in den Boden gebracht wird, eine bessere Wirkung ausübt. Liegt auch nur die Möglichkeit und keine große Wahrscheinlichkeit für eine schädigende Wirkung der Schwefelsäure vor, so dürfte eine Prüfung dieser Frage doch wohl der Vollständigkeit halber mit in's Auge zu fassen sein.

6. Düngt man den Boden einerseits mit schwefelsaurem Ammoniak, andererseits mit Chilisalpeter, also mit salpetersaurem Natron, so ist damit, strenge genommen, nicht die Frage gestellt: Wie wirkt der Ammoniakstickstoff im Vergleich zum Salpeterstickstoff? sondern es lautet die durch den Versuch gestellte Frage so: Wie wirkt eine Düngung von 100 Theilen Ammoniakstickstoff + 285 **Theilen Schwefelsäure** im Vergleich zu einer Düngung von 100 Theilen Salpeterstickstoff + 221 **Theilen Natron?**

Die vielleicht günstig oder ungünstig wirkende Schwefelsäure auf der einen Seite und das vielleicht günstig oder ungünstig wirkende Natron auf der anderen dürfen meiner Ansicht nach nicht unberücksichtigt bleiben. Es ist zu prüfen, ob nicht in manchen Fällen eine etwa günstige Wirkung des im Chilisalpeter enthaltenen Natrons die Ursache gewesen ist, welche den Salpeterstickstoff hat wirksamer erscheinen lassen, als den Ammoniakstickstoff. —

Unsere Aufgabe war es also, nach diesen sechs Richtungen hin die vorliegende Frage experimentell zu prüfen und ich will die Ergebnisse unserer Prüfungen kurz mittheilen.

Zunächst haben wir geprüft:

ob der in den Boden gebrachte Ammoniakstickstoff vollständig in Salpetersäure umgewandelt wird, oder ob ein Stickstoffverlust bei diesem Umwandlungsproceß stattfindet.

Arbeiten über diese Frage liegen bereits vor. Insbesondere die Arbeiten von Tacke, Kellner, Dehérain sind zu nennen. Aber die Resultate

der betreffenden Versuche sind nicht frei von Widersprüchen, und die Verhältnisse, unter welchen sie gewonnen wurden, liegen reichlich weit entfernt von denjenigen, unter welchen der natürliche Nitrificationsproceß verläuft.

Wir haben unter möglichster Annäherung an die natürlichen Verhältnisse und unter möglichst einfacher Versuchsausführung eine größere Reihe von Arbeiten über die in Rede stehende Frage ausgeführt und es finden sich die näheren Angaben darüber sowie die erhaltenen Resultate in meiner oben erwähnten Schrift.

Man sieht aus den dort zusammengestellten Zahlen, daß unter den günstigsten von uns hergestellten Verhältnissen (lockere, humusreiche Erde, Zusatz von Mergel, hohe Bodentemperatur und schwache Ammoniakdüngung) von je 100 Theilen Ammoniakstickstoff schon nach Ablauf von 12 Tagen nicht weniger als 88 Theile Salpeterstickstoff gebildet waren, eine weitere Zunahme an Salpeterstickstoff aber nicht stattfand.

Es wurden aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff erhalten:

nach	12	Tagen	88	Theile	Salpeterstickstoff
„	24	„	88	„	„
„	36	„	89	„	„
„	48	„	89	„	„
„	60	„	89	„	„
„	72	„	89	„	„
„	84	„	88	„	„

Auf Grund der Ergebnisse unserer Versuche müssen wir also annehmen, daß von je 100 Theilen Ammoniakstickstoff im günstigsten Fall nicht mehr als 89, sagen wir rund **90** Theile Salpeterstickstoff gewonnen werden. Dies würde im Einklang stehen mit Versuchen von Kellner*), bei welchen der Nitrificationsproceß ebenfalls einen Verlust von 10°/₀ ergeben hat.

Wo die übrigen 10 Theile Stickstoff bleiben, ob sie in Form von freiem Stickstoff sich verflüchtigen oder ob sie von Mikroorganismen verzehrt werden — wie Frank es behauptet — ist mir nicht bekannt; ich habe über den Verbleib jener 10 Theile Ammoniakstickstoff keine Nachforschungen angestellt. Für die uns vorliegende practische Düngungsfrage genügt es einstweilen, zu wissen, daß selbst unter sehr günstigen Verhältnissen nicht mehr als 90 Theile Salpeterstickstoff aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff gewonnen werden.

Dies Resultat steht nun auch in vollkommenem Einklang mit den von uns ausgeführten oben erwähnten Vegetationsversuchen, welche ergeben haben, daß im Mittel der in Gefäßen ausgeführten Düngungsversuche

---

*) Biedermann's Centralblatt 1887. S. 857.

die Wirkung des Ammoniakstickstoffs rund 90 betragen hat, wenn die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 gesetzt wird.

Ich will an dieser Stelle auf eine umfassende Versuchsreihe aufmerksam machen, welche von P. Budrin*) ausgeführt wurde. Es dienten 161 Beete von 45,5 qm zu den Versuchen, der Boden bestand aus humusarmem Lehmboden, jeder Versuch war in zwei bis vier Parallelparzellen vertreten. Budrin erhielt bei den mit Cerealien ausgeführten Versuchen die folgenden Ergebnisse.

Setzt man die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100, so hat die entsprechende Ammoniakdüngung ergeben:

	Körner	Stroh + Körner
bei Winterroggen	80	87
„ Winterweizen	91	87
„ Gerste	88	92
„ Hafer	91	91
Mittel	88	89

Diese Resultate stimmen vollkommen überein mit den bei unseren Vegetationsversuchen erhaltenen, und diese wiederum decken sich mit den über die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure von uns ausgeführten Arbeiten so genau, daß ich glaube, zu folgendem Ausspruch berechtigt zu sein:

Wenn für die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure sowie für die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks und die des Chilisalpeters **günstigste Verhältnisse** vorhanden sind, so entstehen aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff rund 90 Theile Salpeterstickstoff, und es beträgt die Düngewirkung des schwefelsauren Ammoniaks 90 % der Düngewirkung des Chilisalpeters.

Mit diesem Ergebniß hatten wir eine befriedigende Grundlage für die von uns zu bearbeitende Frage gewonnen, auf welcher wir weiter bauen konnten.

Es war nun unsere Aufgabe, die Verhältnisse aufzufinden und klarzulegen, unter welchen jene 90 % der Ammoniakumwandlung etwa **nicht** erzielt oder nicht schnell genug erzielt und jene 90 % der Düngewirkung des Ammoniakstickstoffs etwa **nicht** erreicht werden.

Wir hatten zunächst

die Verhältnisse aufzusuchen, durch welche die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure beschleunigt oder verlangsamt wird.

Ueber diesen Gegenstand sind von anderer Seite noch keine Versuche ausgeführt worden, welche ein klares Bild über den unter natürlichen

*) Biedermann's Centralblatt 1889. S. 377.

Verhältnissen stattfindenden Einfluß der in Betracht kommenden Faktoren geben könnten.

Die werthvollen Studien von Dehérain, Boussingault, Kellner, Tacke u. a. über den Nitrificationsprozeß sind — wie ich schon bemerkte — unter Verhältnissen (künstlicher Ventilation, Zuleitung von reinem Sauerstoff, tage- oder wochenlangem Abschluß der atmosphärischen Luft, Anwendung wässeriger Lösungen als Nitrificationsmedien unter Zusatz einer kleinen Quantität Alkohol 2c.) ausgeführt worden, welche bald mehr, bald weniger abweichen von denjenigen Verhältnissen, unter welchen im Ackerboden die Nitrification des Ammoniaksalzes erfolgt. Auch geben die bisherigen Arbeiten kein klares Bild über die Größe des Einflusses, welchen der eine Factor (etwa der Humus des Bodens oder die Wärme) im Vergleich zu einem anderen (etwa einer Mergelung des Bodens oder der Stärke der Ammoniakdüngung) unter sonst gleichen Verhältnissen ausübt. Denn nur ganz im allgemeinen können wir aus jenen Arbeiten schließen, daß ein hoher Humusgehalt des Ackerbodens, sowie ein hoher Kalkgehalt desselben, gute Durchlüftung und gute Erwärmung fördernd auf den Salpeterbildungsprozeß wirken.

Wir haben daher, um ein anschauliches Bild über die relative Größe dieser Einflüsse zu gewinnen, einige Versuchsreihen in dieser Richtung ausgeführt.

Je 300 g betragende Erdproben von mittlerem Feuchtigkeitsgehalt wurden in Glasgefäße gebracht, theils ohne Zusatz von Ammoniaksalzen gelassen, theils mit je 0,1 g Stickstoff in Form von Ammoniaksalz versetzt, alsdann mit weiteren je 50 g Erde überdeckt und zur Seite gestellt. Von 12 zu 12 Tagen wurden je 2 Parallelgefäße entleert und der Gehalt der Erde an Salpeterstickstoff bestimmt.

Die Resultate waren die folgenden.

1. Versuche mit Gartenerde.

Die Nitrification war beendet:

nach 72 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Kalt**haus gestanden hatte;

nach 60 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Kalt**haus gestanden hatte;

nach 24 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Warm**haus gestanden hatte;

nach 12 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Warm**haus gestanden hatte.

2. Versuche mit Lehmboden.

Die Nitrification war noch **nicht** beendet:

nach 84 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Kalt**haus gestanden hatte;

nach 84 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Kalt**haus gestanden hatte.

Sie war dagegen **beendet:**

nach 72 Tagen, wenn der Boden **nicht** gemergelt war und im **Warm**haus gestanden hatte;

nach 48 Tagen, wenn der Boden **gemergelt** war und im **Warm**haus gestanden hatte.

Die Versuche mit Lehmboden aber ergaben eine Ausbeute von nur 80 bis 85 Theilen Salpeterstickstoff aus je 100 Theilen Ammoniakstickstoff.

Neben diesen Versuchen, bei welchen je 300 g Erde mit 0,1 g Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak versetzt waren, führten wir eine gleiche Anzahl entsprechender Versuche unter Zusatz von je 0,2 g (also der doppelten Menge) Ammoniakstickstoff aus, und man sieht aus der a. a. O. gegebenen Tabelle, daß bei dem Zusatz von 0,2 g Ammoniakstickstoff der Salpeterbildungsprozeß erheblich langsamer vor sich gegangen ist als bei Zusatz von 0,1 g Ammoniakstickstoff. Auch von Anderen, namentlich auch von Dehérain, ist Aehnliches gefunden worden.

Unsere Versuche also haben gezeigt, durch welche Mittel und in welchem Maße die Salpeterbildung des Ammoniaks beschleunigt werden kann. Humusgehalt, Wärme, Durchlüftung, Kalkgehalt und Concentration der Ammoniaklösung — dies alles ist von erheblichem Einfluß auf den Gang des Processes, und man wird in der landwirthschaftlichen Praxis, so viel es eben möglich ist, diesen Verhältnissen Rechnung tragen müssen, wenn man die höchstmögliche Wirkung einer Ammoniakdüngung erzielen will. Wohl manche Schwankungen unter den Resultaten der Düngungsversuche, manche Mißerfolge der Ammoniakdüngung, wie man sie in der Praxis beobachtet hat, werden sich zurückführen lassen auf Verhältnisse, die einer genügend schnellen Umwandlung des Ammoniakstickstoffs entgegen gestanden haben, und an der Hand der mitgetheilten Versuchsergebnisse wird es gelingen, die Ursache jener Schwankungen und Mißerfolge aufzufinden.

Ist nun aber der Nachweis erbracht worden, daß die Umwandlung des Ammoniaks in die den Pflanzen zuträglichste Stickstoffverbindung, nämlich in Salpetersäure, durch eine Zuführung von Kalk oder

kohlensaurem Kalk zum Boden erheblich gefördert wird, so dürfte auch die Frage, ob man

durch Kalken des Bodens die Wirkung des Ammoniakstickstoffs erheblich erhöhen

kann, wohl ohne weiteres als eine unumwunden zu bejahende angesehen werden.

Aber doch erschien es mir nothwendig, den direkten Beweis hierfür zu erbringen, denn es sind mir keine Versuche bekannt, welche in eklatanter Weise es gezeigt haben, daß eine Ammoniakdüngung erst durch Kalkbeigabe zur Wirkung gebracht werden konnte, wo eine unter den gleichen Verhältnissen etwa in Form von Chilisalpeter gegebene Stickstoffdüngung schon ohne jede Kalkdüngung zu voller Wirkung gelangte.

Auch die Feldversuche, welche nach Märcker's Plan von Mitgliedern der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft ausgeführt worden sind und über diese Frage Aufschluß geben sollten, haben nicht zum Ziel geführt. Einerseits waren ihre Resultate allzu widersprechend, andererseits aber konnten sie überhaupt keine klare Antwort geben, weil eine Vergleichsdüngung mit einer anderen Stickstoffform fehlte.

Ist die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks auf einem gemergelten Boden größer als auf einem nicht gemergelten, so kann man daraus noch nicht auf einen günstigen Einfluß des Kalkens auf die Wirkung der speciell im **Ammoniak** vorliegenden Form des Stickstoffs schließen. Zu diesem Schluß ist man erst dann berechtigt, wenn ein Vergleichsversuch mit einer anderen Stickstoffform, etwa mit Chilisalpeter vorliegt und dieser Versuch ergeben hat, daß der gemergelte Boden für **diese** Stickstoffform **keine** günstigeren Verhältnisse geboten hat als der ungemergelte.

Wir haben uns daher veranlaßt gesehen, Versuche in dieser Richtung auszuführen. Dieselben wurden mit Torfboden und Lehmboden mit und ohne Mergelzusatz ausgeführt. Als Stickstoffsalz diente schwefelsaures Ammoniak und salpetersaures Natron, als Versuchspflanze Sommerrübsen.

Bezüglich des Näheren muß ich auf meine größere Schrift verweisen. Ich will hier nur mittheilen, daß die Ergebnisse dieser Versuche auf das allerschärfste den Einfluß des Kalkmergels nachgewiesen haben.

Auf dem ungemergelten Torfboden, der den für die Umsetzung des Ammoniaksalzes nothwendigen Kalk nicht enthielt, betrug die Ammoniakwirkung nur 28 % der Salpeterwirkung, während sie auf dem gemergelten Torfboden das bei unseren sonstigen Versuchen gefundene Maximum, nämlich 90 % der Salpeterwirkung erreichte.

Auf dem Lehmboden dagegen, der keiner Kalkdüngung bedurfte, wies das Ammoniak

ohne Mergelung 89 %
mit „ 90 %

der Salpeterwirkung auf.

Für die **Salpeter**wirkung jedoch — und das ist hier entscheidend — ist es gleichgültig gewesen, ob der Boden gemergelt war oder nicht. Der Salpeterstickstoff hat im Mittel

auf dem ungemergelten Torfboden 78 g Mehrertrag gegen ungedüngt
„ „ gemergelten „ 79 g „ „ „

ergeben, während der Ammoniakstickstoff

auf dem ungemergelten Torfboden 22 g Mehrertrag gegen ungedüngt
„ „ gemergelten „ 71 g „ „ „

ergeben hat.

Damit ist es sichergestellt, daß der kohlensaure Kalk des Mergels hier in ganz bestimmter Weise die Wirkung des **Ammoniak**stickstoffs und nicht die Wirkung der Stickstoffdüngung überhaupt gefördert hat.

Die Tafeln 6 und 7 zeigen ein photographisches Bild einiger dieser Versuche, dasselbe läßt in augenfälligster Weise die vorstehend angeführten Ergebnisse erkennen.

Wo also der Kalk im Boden fehlt, da wirkt das Ammoniaksalz schlecht, und gar viele in der Praxis beobachtete Mißerfolge der Ammoniakdüngung werden wohl in einer zu großen Kalkarmuth des Bodens ihre Erklärung finden. Man wird diese Mißerfolge vermeiden können durch eine Düngung des Bodens mit gebranntem Kalk oder mit Kalkmergel. —

Ich will jetzt eine Frage berühren, welche schon öfter in der landwirthschaftlichen Litteratur besprochen worden ist, die Frage nämlich, ob es möglich ist,

daß die Schwefelsäure des Ammoniaksalzes eine nachtheilige Wirkung auf die Pflanzen ausübt.

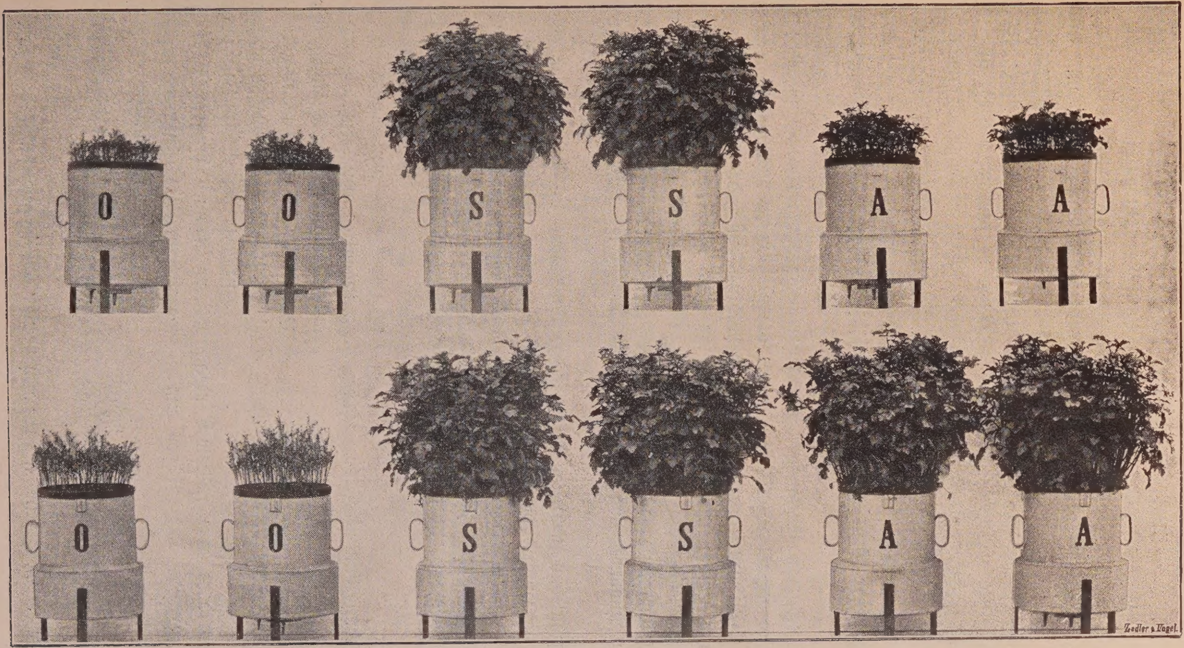
Wie ich auf Seite 13 bereits hervorgehoben habe, werden durch eine Ammoniaksalzdüngung nicht weniger als 285 Theile Schwefelsäure auf je 100 Theile Stickstoff in den Boden gebracht, während beispielsweise die Halmgewächse auf je 100 Theile Stickstoff im Mittel nur 10 Theile Schwefelsäure aufnehmen und verarbeiten.

Ist nun auch die Wahrscheinlichkeit nicht groß, so ist doch die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß, namentlich nach wiederholter Ammoniaksalzdüngung, die nicht aufgenommene und im Boden sich anhäufende Schwefelsäure nachtheilig auf die Pflanzen wirkt.

Tafel 6.

Düngungsversuche mit Rübsen auf Torfboden.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und



Ohne Mergel.

Mit Mergel.

0 g Stickstoff.

2 g Stickstoff in Form von **Chilisalpeter.**

2 g Stickstoff in Form von **schwefelsaurem Ammoniak.**

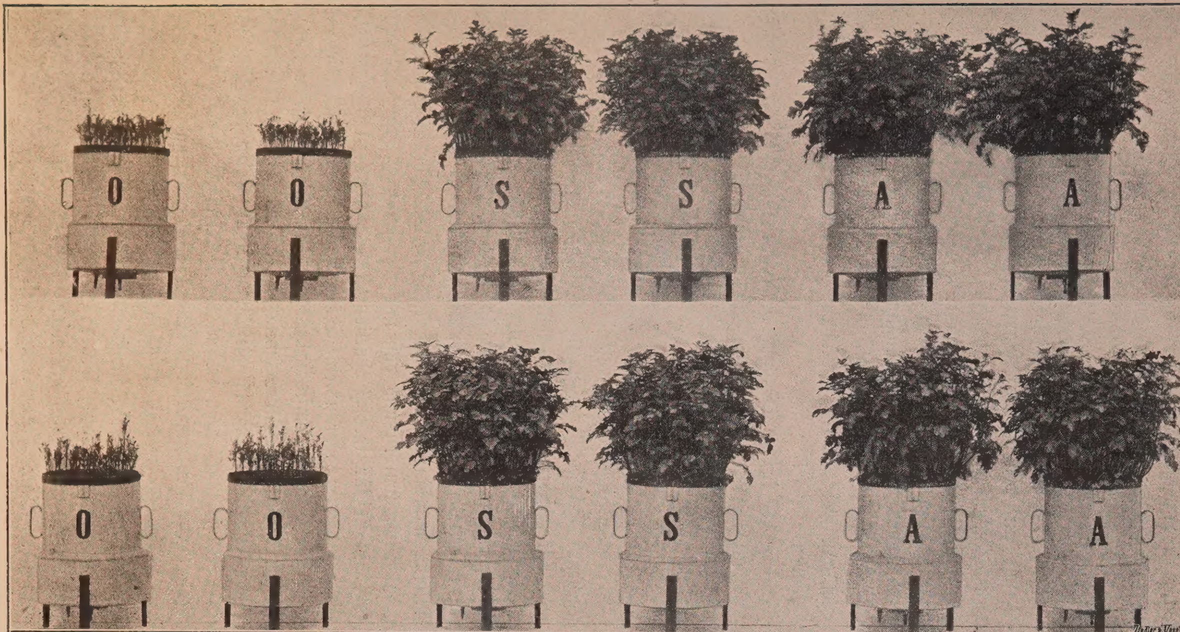
Tafel 7.

Düngungsversuche mit Rübsen auf Lehmboden.

Die Gefäße wurden gedüngt mit **Phosphorsäure, Kali** und

Ohne Mergel.

Mit Mergel.



0 g Stickstoff.

2 g Stickstoff
in Form von Chilisalpeter.

2 g Stickstoff
in Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Wir haben daher, um diese Frage zu prüfen, Düngungsversuche auf Bodenparzellen ausgeführt, bei welchen wir den Stickstoff

a) in Form von Chilisalpeter
b) „ „ „ **schwefelsaurem** Ammoniak
c) „ „ „ **kohlensaurem** „
d) „ „ „ **salpetersaurem** „

gegeben und auf den gleichen Parzellen drei Jahre hintereinander die nämlichen Düngungen wiederholt haben. In jedem Jahre sind auf jeder Parzelle zwei Früchte gebaut worden: Hafer als reif geerntete Hauptfrucht und Rübsen oder Senf als grün geschnittene Stoppelfrucht. Für jede Frucht wurde die Stickstoffdüngung wiederholt, und an Phosphorsäure und Kali wurde so viel gegeben als für eine Maximalernte ausreichend war.

Ich will hier nur kurz anführen, daß unsere Versuche das Folgende ergeben haben.

Je 1 g des in der Düngung gegebenen Stickstoffs hat an Gesammttrockensubstanz im Mittel der drei Jahre erzeugt:

41 g, wenn der Stickstoff in Form von **salpetersaurem Natron** gegeben war
37 „ „ „ „ „ „ „ **schwefelsaurem Ammoniak** „ „
36 „ „ „ „ „ „ „ **kohlensaurem** „ „ „
38 „ „ „ „ „ „ „ **salpetersaurem** „ „ „

Es berechnet sich hieraus, daß die Wirkung des in Form von Ammoniaksalz gegebenen Stickstoffs im Mittel 90% der Salpeterwirkung betragen hat, was mit unseren früher erwähnten Versuchsergebnissen im Einklang steht. Der in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegebene Stickstoff aber hat **nicht** geringer gewirkt als der in Form von **kohlensaurem** oder in Form von **salpetersaurem** Ammoniak gegebene.

Nimmt man hinzu, daß unsere Versuche auf einem sehr stickstoffarmen Boden ausgeführt wurden und daß wir den Pflanzen fast sämmtlichen Stickstoff, den sie für ihre Production nöthig hatten, in Form von Ammoniaksalz zuführten, woraus eine Stärke der Ammoniakdüngung entstand, wie sie in der landwirthschaftlichen Praxis niemals vorkommt; und erwägt man ferner, daß trotz so ausnehmend starker und in 3 Jahren sechsmal wiederholter Ammoniakdüngung die Schwefelsäure **keine** schädliche Wirkung ausgeübt hat, so darf man die in der Ueberschrift gestellte Frage wohl als erledigt betrachten und den folgenden Satz als festgestellt ansehen:

Die durch eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak in den Boden gebrachte Schwefelsäure übt keinen nachtheiligen Einfluß auf die Pflanzen aus, sobald der Boden soviel Kalk enthält, oder ihm soviel Kalk zugeführt wird, daß eine ungehinderte Umsetzung des schwefelsauren Ammoniaks erfolgen kann.

Weitere von uns ausgeführte Versuchsreihen betrafen die Frage, ob vielleicht

stark concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak weniger gut von den Pflanzen vertragen werden als stark concentrirte Lösungen von Chilisalpeter.

Stickstoffsalze sind bekanntlich in Wasser sehr leicht und sehr schnell löslich. Wenn man also Chilisalpeter oder Ammoniaksalz in den Boden bringt oder auch nur auf die Oberfläche des Bodens streuet, so wird ein Regentag die Salze nicht nur vollkommen lösen, sondern es wird auch eine gleichmäßige und weitgehende Vertheilung der Stickstoffsalze im Boden erfolgen.

Was aber wird geschehen, wenn die Salze in den Boden gebracht sind und es fällt während der nächsten acht oder vierzehn Tage oder drei Wochen kein Regen? Werden auch dann die Salze sich gleichmäßig in der Bodenkrumme vertheilen? Nein. Die Salzkörnchen bleiben zunächst da liegen, wohin sie gefallen oder durch die Ackerwerkzeuge gebracht worden sind. Sind sie nicht zu groß, und ist besonders der Salpeter in nicht allzu grobkörniger Beschaffenheit ausgestreut worden, so werden sie bald so viel Feuchtigkeit anziehen, daß sie sich auflösen, sie werden „zerfließen", sie werden eine concentrirte „gesättigte" Salzlösung bilden, und diese Salzlösung wird weitere Bodenfeuchtigkeit anziehen, sie wird sich allmählig verdünnen und weiter verbreiten. Diese Verdünnung und Weiterverbreitung aber geht langsam vor sich, um so langsamer, je weniger feucht der Boden ist; erst ein Regentag wird eine gleichmäßige und weitgehende Vertheilung der Stickstoffsalze und ihrer Lösungen bewirken.

Wenn also sehr starke Stickstoffdüngungen gegeben werden oder wenn während einer längeren Zeit nach dem Einbringen der Stickstoffsalze kein Regen fällt, so bilden sich Lösungen der Düngesalze, die vorrübergehend so stark concentrirt sein können, daß die Möglichkeit einer nachtheiligen Wirkung derselben auf die Pflanzen angenommen werden darf und die Frage beachtenswerth erscheint: Werden die Pflanzen in solchen Fällen besser eine concentrirte Ammoniaksalzlösung oder besser eine concentrirte Salpeterlösung vertragen?

Versuche, welche diese Frage zum Gegenstand der Forschung gemacht haben, sind von anderer Seite nicht ausgeführt worden; wir haben es daher für angezeigt gehalten, in dieser Richtung einige Versuchsreihen auszuführen.

Ich will an dieser Stelle nicht auf das Nähere der Versuche eingehen und keine Zahlenreihen anführen; es sei genug, hier nur die folgende kurze Bemerkung zu geben.

Wir können auf Grund unserer Versuche mit genügender Sicherheit annehmen, daß Boden-, Düngungs- und Witterungs-Verhältnisse, wenn sie eine verhältnißmäßig starke Concentration und geringere Vertheilung der Stickstoffsalze zur Folge haben, auf die Wirkung des Ammoniaksalzes keinen wesentlich anderen Einfluß ausüben werden als auf diejenige des Chilisalpeters. Jedenfalls wird der Einfluß solcher Verhältnisse, falls er zu einem die Vegetation benachtheiligenden sich gestalten sollte, die Wirkung der Ammoniakdüngung nicht mehr benachtheiligen als diejenige der Salpeterdüngung.

Im Gegentheil: sehr starke Salpeterdüngungen verträgt die Kulturpflanze schlechter als entsprechend starke Ammoniaksalzdüngung.

Uebermäßig starke Salpeterdüngungen wirken verzögernd auf die Entwickelung der Pflanzen, selbst da schon, wo die entsprechenden Ammoniaksalzdüngungen dies noch nicht thun. Holen die Salpeterpflanzen die Ammoniakpflanzen später auch wieder ein, überholen sie sie sogar, so wird doch im Anfang der Vegetation der Salpeterstickstoff langsamer von den Pflanzen aufgenommen und langsamer verarbeitet als der in Ammoniakform in den Boden gebrachte, sobald beide Stickstoffsalze in sehr großen Gaben verabreicht werden.

Jedenfalls können wir die Behauptung aufstellen, daß stark concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak mindestens ebensogut von den Kulturpflanzen vertragen werden können als stark concentrirte Lösungen von Chilisalpeter.

Ich habe jetzt noch eine Frage zu besprechen, welche von hervorragender Wichtigkeit ist und deren Lösung wohl am meisten zur Klärung der vielbesprochenen Ammoniakdüngungsfrage beitragen wird. Es ist die schon auf Seite 13 kurz berührte Frage, ob nämlich Verhältnisse denkbar sind unter welchen

das Natron des Chilisalpeters einen Einfluß auf die Pflanzenentwickelung ausübt, durch welche der Salpeterstickstoff ein Uebergewicht über den Ammoniakstickstoff erhält.

Einige über diese Frage von uns ausgeführte Versuchsreihen, die auf Sandboden und mit Roggen, Rübsen, Lein und Hafer ausgeführt waren, hatten ergeben, daß der in Form von salpetersaurem **Kalk** gegebene Stickstoff um 10 % weniger wirkte als der in Form von salpetersaurem **Natron** gegebene. Sie hatten ferner ergeben, daß die Wirkung der Ammoniaksalzdüngung, welche 80 % der Wirkung des salpetersauren Natrons betrug, um 6 % erhöht wurde durch eine Beidüngung von so viel Natron

(in Form von Chlornatrium gegeben) als der beim Vergleichsversuch verwendeten Menge von salpetersaurem Natron entsprach. Ein günstiger Einfluß des Natrons war somit konstatirt worden, aber es war derselbe nicht scharf genug hervorgetreten und die Parallelversuche hatten nicht die erforderliche Genauigkeit gezeigt.

Wir haben daher weitere Versuchsreihen über die gleiche Frage ausgeführt und wir sind bei der Einleitung dieser Versuche von folgender Ueberlegung ausgegangen.

Der günstige Einfluß des Natrons auf die Entwickelung der Pflanzen konnte zwei verschiedene Ursachen gehabt haben.

Längst bekannt ist es den Landwirthen, daß eine Düngung mit Chilisalpeter den Boden fester bindet, und eine allgemein befolgte Regel ist die, daß man Rübenäcker, welche eine starke Salpeterdüngung erhalten haben, öfter und fleißiger mit der Hacke bearbeitet als solche, die mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt worden sind. Salpeterdüngung befördert die Krustenbildung, und diese Wirkung des Chilisalpeters beruht auf seinem Gehalt an Natron. Das Natron wird durch Flächenanziehung vom Boden gebunden. In Folge dieser Bindung haften die Bodentheilchen fester an einander und sie hemmen die Bewegung des Bodenwassers. Düngung mit Chilisalpeter wirkt erhöhend auf die wasserhaltende Kraft des Bodens, und diese Wirkung kann für sehr schweren Boden eine nachtheilige, für leichteren dagegen eine vortheilhafte sein.

Es ist also möglich, daß der günstige Einfluß des Natrons auf die Vegetation, wie wir ihn bei unseren Versuchen gefunden haben, zum Theil darauf beruht, daß die wasserhaltende Kraft des von uns verwendeten leichten Sandbodens durch die Natrondüngung gesteigert worden ist.*)

Aber noch eine andere und noch erheblich wichtigere Wirkung des Natrons ist anzunehmen.

Das Natron ist kein eigentlicher Pflanzennährstoff. Die landwirthschaftliche Kulturpflanze kann normal vegetiren, auch wenn ihr kein Natron zur Verfügung steht. Aber damit ist nicht ausgeschlossen, daß das Natron unter Umständen eine günstige Wirkung ausübt.

Suchen wir in der Litteratur nach, so finden wir Abhandlungen über indirecte Wirkungen einer Natrondüngung. Das Natron — so lesen wir — wirkt lösend auf Kali und Phosphorsäure und dadurch unter Umständen fördernd auf die Entwickelung der Pflanzen, doch ist diese Wirkung

*) Ich werde an anderem Orte mich eingehender über diese Wirkung des Natrons aussprechen und bestimmtere Nachweise über dieselbe liefern. Mit diesem nur kurzen Hinweis auf dieselbe sei es hier genug.

eine der Fruchtbarkeit des Bodens gefahrbringende, sie raubt den Boden aus und es kann nicht als rationell angesehen werden, die Kulturpflanzen mit Natron zu düngen. Das ist es, was wir mitgetheilt finden.

Ich will es nun nicht in Abrede stellen, daß das Natron eine derartige indirecte Wirkung, einen lösenden Einfluß auf die im Boden vorhandenen Phosphate und kalireichen Bestandtheile der Ackerkrume auszuüben vermag, allein — ich habe die Ueberzeugung, daß man das Maß dieses Einflusses überschätzt, und daß die bei Natrondüngungen (Kochsalzdüngungen) beobachteten günstigen Erfolge weit mehr auf eine directe Wirkung des Natrons als auf eine indirecte zurückzuführen sind.

Ist das Natron insofern auch kein eigentlicher Pflanzennährstoff, als es den landwirthschaftlichen Kulturpflanzen entbehrlich ist, so waren es doch verschiedene Gründe, welche mich zu der Annahme führten, daß das Natron imstande sei, gewisse Vorgänge der Pflanzenernährung zu unterstützen und einen Theil derjenigen Functionen zu übernehmen, welche im Fall der Abwesenheit von Natron dem Kali obliegen.

Können auch die Pflanzennährstoffe sich unter einander nicht vollständig vertreten, so ist innerhalb gewisser Grenzen doch eine theilweise Vertretbarkeit möglich, wie es von Emil von Wolff beispielsweise für Phosphorsäure und Kieselsäure nachgewiesen worden ist.

Um über diese Frage Aufschluß zu erhalten, wurden einige Versuchsreihen von uns ausgeführt.

Bei diesen Versuchsreihen wurde ein Lehmboden angewendet, der nicht so viel Kali enthielt, als zur Erzeugung von Maximalerträgen nothwendig war, ein Boden also, der sich als düngebedürftig für Kali erwiesen hatte.

Die Parzellen wurden gleichmäßig mit einem Ueberschuß von Phosphorsäure gedüngt und sie erhielten außerdem die folgenden Differenzdüngungen:

a) keine Düngung,
b) 6 g Salpeterstickstoff (salpeters. Natron),
c) 6 „ Ammoniakstickstoff (schwefels. Ammoniak),
d) 6 „ Salpeterstickstoff + 5 g Kali in Form von Chlorkalium,
e) 6 „ Ammoniakstickstoff + 5 g Kali in Form von Chlorkalium,
f) 6 „ „ + 13,269 g Natron (dem Natrongehalt des bei b gegebenen salpetersauren Natrons entsprechend) in Form von Chlornatrium.

Als Versuchspflanze diente zunächst Gerste.

Die Resultate dieser Versuche mußten über die Frage Aufschluß geben, ob das Natron imstande sei, eine theilweise Vertretung des Kalis zu übernehmen.

Ich gebe in folgender Zusammenstellung die Mittelergebnisse einer im Jahr 1889 ausgeführten Versuchsreihe.

Düngung.	Mehrertrag im Vergleich zu stickstofffreier Düngung. Stroh. g	Körner. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages an Stroh und Körnern haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	246,1	157,0	100
Ammoniakstickstoff	175,3	125,4	75
Salpeterstickstoff + Kali . .	250,9	170,5	105
Ammoniakstickstoff + Kali . .	219,0	171,3	97
Ammoniakstickstoff + Natron .	220,3	164,3	95.

Aus diesen Zahlen ersieht man das Folgende:

a. Das schwefelsaure Ammoniak hat erheblich geringer gewirkt als das salpetersaure Natron.

b. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Kali beigedüngt, so wirkte es eben so gut wie das salpetersaure Natron.

c. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak **Natron** beigedüngt, so wirkte es eben so gut wie das salpetersaure Natron.

Ehe ich auf diese Resultate näher eingehe, will ich die der obigen Zusammenstellung entsprechenden Resultate anführen, welche eine im Jahr 1890 vorgenommene Fortsetzung dieser Versuche auf den gleichen Parzellen und unter Beibehaltung der gleichen Düngungen ergeben hat.

Als Versuchspflanze hatten wir die gelbe Möhre gewählt.

Düngung.	Mehrertrag gegen ungedüngt. Kraut. g	Möhren. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages von Kraut und Möhren haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	798	1603	100
Ammoniakstickstoff	753	1113	78
Salpeterstickstoff + Kali . .	697	2458	131
Ammoniakstickstoff + Kali . .	584	1786	99
Ammoniakstickstoff + Natron .	777	2132	121

Aus diesen Zahlen ergiebt sich das Folgende:

a. Das schwefelsaure Ammoniak hat erheblich weniger gewirkt als das salpetersaure Natron.

b. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak Kali beigedüngt, so wirkte es genau so gut wie das salpetersaure Natron.

c. Wurde dem schwefelsauren Ammoniak **Natron** beigedüngt, so wirkte es noch erheblich besser als das salpetersaure Natron.

d. Durch Beidüngung von Kali konnte die Wirkung des salpetersauren Natrons erheblich gesteigert werden.

Diese Resultate sind scharf und für die Wirksamkeit der Natrondüngung beweisend.

Der Boden — so geht es aus den Zahlen unzweifelhaft hervor — ist düngebedürftig für Kali gewesen. Das schwefelsaure Ammoniak wirkte so wenig, weil es an Kali fehlte. Beidüngung von Kali steigerte den Ertrag von 78 auf 99. Salpetersaures Natron dagegen ergab schon ohne Beidüngung von Kali den gleichen Ertrag (100), woraus zu schließen ist, daß das Natron des salpetersauren Natrons im Stande war, das dem Boden für einen Ertrag von 100 fehlende Kali zu ersetzen. War aber dies der Fall, so mußte die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks auch durch Beidüngung von Natron zu steigern sein, und in der That — durch Beidüngung von Natron lieferte die Ammoniakdüngung 120 Ertrag, also noch um 20 % mehr Ertrag als durch Beidüngung von Kali.

Aber ist dies letztere Resultat nicht auffallend?

Salpetersaures Natron hat 100 Mehrertrag ergeben, und die entsprechende Menge Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak unter Zugabe der entsprechenden Menge Natron in Form von Chlornatrium hat 120 Mehrertrag ergeben. Wie ist dies Plus von 20 Mehrertrag zu erklären? Wohl nicht anders als durch die Annahme, daß nicht nur das Natron des Chlornatriums, sondern auch das mitgegebene Chlor ertragssteigernd gewirkt hat. Ist dies möglich? Ist es denkbar, daß das Chlor ertragssteigernd auf die Möhren gewirkt hat, während es doch bei den im Vorjahr auf den gleichen Parzellen ausgeführten Versuchen mit Gerste keine Wirkung hat erkennen lassen? Ganz unmöglich ist es wohl nicht, denn ich mache darauf aufmerksam, daß in einer mittleren Möhrenernte nicht weniger als **sechsmal** so viel Chlor enthalten ist, als in einer mittleren Gerstenernte. Es bleibt diese Nebenfrage weiter zu prüfen.

Wir haben nun also gesehen, daß das Natron eine ganz entschiedene Wirkung auf die Möhren ausgeübt und in hohem Grade den Ertrag gesteigert hat, weit mehr ihn gesteigert hat, als bei der im Vorjahre auf den gleichen Parzellen und unter Anwendung der gleichen Düngungen gebauten Gerste. Welchen Grund aber sollen wir für diese letztere Erscheinung annehmen? Wie ist es zu erklären, daß das schwefelsaure Ammoniak im Vergleich zum salpetersauren Natron auf die Möhren erheblich geringer gewirkt hat als auf die Gerste, und daß eine Zugabe von Natron die Ammoniakwirkung viel eclatanter bei der Möhrenkultur zu steigern vermocht hat als bei der Gerstekultur? Ist etwa die theilweise Vertretbarkeit des Kalis durch Natron bei den Möhren noch leichter als bei der Gerste und sind etwa die Möhren in der Regel noch dank-

barer für eine Natrondüngung als die Gerste? Ich weiß es nicht. Spätere Forschung mag darüber entscheiden.

Aber noch eine andere Erklärung ist möglich. Es konnte sein, daß im ersten Jahr der Boden noch nicht arm genug an Kali war, um eine Natronwirkung auf die Gerste so deutlich erkennen zu lassen, als sie im zweiten Jahr bei den Möhren auftrat. War dies der Fall, so mußte, wenn im dritten Jahr wieder Gerste auf den gleichen Parzellen gebaut wurde, nun auch — nachdem die Möhren den Boden noch kaliärmer gemacht hatten — bei der Gerste die Natronwirkung deutlich, jedenfalls deutlicher als im ersten Jahr zum Ausdruck kommen.

Wir haben dies geprüft.

Im dritten Jahr (1891) wurde auf den gleichen Parzellen und unter Wiederholung der gleichen Düngungen wieder Gerste gebaut.

Die Mittelergebnisse dieser Versuche zeigt die folgende Tabelle.

Düngung.	Mehrertrag im Vergleich zu stickstofffreier Düngung. Stroh. g	Körner. g	Auf je 100 Theile des bei Salpeterstickstoff (salpeters. Natron ohne Beidüngung von Kali) erhaltenen Mehrertrages an Stroh und Körnern haben die übrigen Düngungen ergeben.
Salpeterstickstoff	260,6	151,7	100
Ammoniakstickstoff	174,2	104,1	67
Salpeterstickstoff + Kali . .	289,4	185,3	115
Ammoniakstickstoff + Kali . .	227,9	160,7	94
Ammoniakstickstoff + Natron .	244,6	194,5	107.

Diese Ergebnisse sind genau so deutlich wie bei den Möhren. Im dritten Jahre — nachdem also der Boden durch die Gerstekultur im ersten und durch die Möhrenkultur im zweiten Jahr erheblich ärmer an Kali geworden war — ist auch bei den Gersteversuchen die Natronwirkung mit größter Deutlichkeit hervorgetreten und die Richtigkeit unserer obigen Darlegungen ist durch diese Versuche bestätigt worden.

Der besseren Uebersicht halber will ich die bei den dreijährigen Versuchen erhaltenen Resultate in folgenden Verhältnißzahlen hier zusammenstellen:

Auf je 100 Theile des bei Ammoniakstickstoff (ohne weitere Beidüngung) erhaltenen Mehrertrages sind durch die übrigen Düngungen erhalten worden:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Erstes Jahr.	Zweites Jahr.	Drittes Jahr.	Mittel.
Ammoniak	100	100	100	100
" + Kali . . .	130	127	140	132
" + Natron . .	128	156	158	147
Salpetersaurem Natron .	134	129	148	137
Salpetersaurem Natron Kali	140	169	171	160.

Diese Zusammenstellung zeigt in überraschender Weise die große Bedeutung der Natrondüngung.

Auf einem Boden, der relativ arm war an Kali, hat eine Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak **erheblich** weniger Mehrertrag (statt 137 nur 100) erbracht als die entsprechende Düngung mit salpetersaurem Natron. Die Wirkung des salpetersauren Natrons aber ist vom schwefelsauren Ammoniak erreicht bezw. überschritten worden, wenn dem Ammoniakstickstoff entweder Chlorkalium **oder auch Chlornatrium** beigedüngt wurde.

Um alle Zweifel an diesem bisher noch nicht in so deutlicher Weise bekannt gewesenen Einfluß der Natrondüngung auf die Entwickelung der Kulturpflanzen zu beseitigen, führe ich noch die folgenden unserm umfänglichen Beweismaterial entnommenen Zahlen an.

a. Die bei den angeführten Versuchsreihen gewonnenen Mehrerträge enthielten an Kali und Natron:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Erstes Jahr. Gerste. Kali. g	Natron. g	Zweites Jahr. Möhren. Kali. g	Natron. g	Drittes Jahr. Gerste. Kali. g	Natron. g
1. **Ammoniak** . .	2,048	0,086	1,422	1,198	1,506	0
2. „ + Kali	3,236	0,161	5,275	0,780	3,078	0,017
3. „ + Natron	2,455	0,921	1,593	10,198	2,519	1,330
4. **Salpetersaurem Natron** . . .	2,400	0,942	0,710	10,105	1,635	1,623
5. **Salpetersaurem Natron** + Kali	2,869	0,564	4,388	9,257	3,573	1,540

b. Die bei den Versuchsreihen gewonnenen Mehrerträge enthielten in **Summa** an Kali und Natron:

Bei Düngung mit Stickstoff in Form von:	Kali. g	Natron. g	Die Gesammtmehrerträge betrugen in relativen Zahlen (Ertrag von Ammoniakdüngung = 100 gesetzt).
1. Ammoniak	5,0	1,3	100
2. „ + Kali	11,6	1,0	132
3. „ + Natron	6,6	12,4	147
4. Salpetersaurem Natron . . .	4,7	12,7	137
5. „ Natron + Kali	10,8	11,4	160.

Aus diesen Zahlen ersieht man das Folgende:

a. Mit Hülfe von **5,0** g Bodenkali hat der Ammoniakstickstoff **100** Mehrertrag erzeugt (Versuch 1).

b. Mit Hülfe von 5,0 g Bodenkali + 6,6 g Düngerkali, zusammen **11,6** g Kali hat der Ammoniakstickstoff **132** Mehrertrag erzeugt (Versuch 2).

c. Mit Hülfe von **6,6** g Bodenkali + 12,4 g Dünger**natron** hat der Ammoniakstickstoff **147** Mehrertrag erzeugt (Versuch 3).

d. Mit Hülfe von **4,7** g Bodenkali + 12,7 g Dünger**natron** hat der Salpeterstickstoff **137** Mehrertrag erzeugt (Versuch 4).

e. Mit Hülfe von 4,7 g Bodenkali + 6,1 g Düngerkali, zusammen **10,8** g Kali + 11,4 g Dünger**natron** hat der Salpeterstickstoff **160** Mehrertrag erzeugt.

Hieraus geht ohne jeden Zweifel hervor, daß das Natron einen wesentlichen Einfluß auf die Entwickelung der Pflanzen auszuüben vermag und daß die Kulturpflanzen aus ein und derselben Kalimenge fast **um die Hälfte mehr** Erntesubstanz zu erzeugen vermögen, wenn man sie mit Chlornatrium düngt.

Für alle dem Kali zukommenden Functionen im Ernährungsproceß der Pflanzen das Natron zu substituiren ist selbstverständlich nicht möglich, allein: **die Natrondüngung bewirkt eine höhere Ausnutzung des verfügbaren Kalis,** und in dieser Begrenzung ist es möglich, auf einem Boden, dessen Erträge durch Kalidüngung zu steigern sein würden, eine gewisse Ertragssteigerung **auch durch eine Natrondüngung** zu bewirken.

Ich glaube, daß diese Thatsache einer hohen Verwerthung in der landwirthschaftlichen Praxis fähig ist.*)

Bei anderer Gelegenheit werde ich eingehender auf diesen Gegenstand zurückkommen. Ich will mich an dieser Stelle darauf beschränken, einige Beispiele anzuführen, welche darthun, wie klärend die von uns festgestellte Thatsache auf eine Reihe von Erscheinungen wirkt, die man in der landwirthschaftlichen Praxis beobachtet hat, und die man meist als einfache Erscheinungen hingenommen hat, ohne eine Erklärung für sie zu suchen.

1. Ammoniaksalzdüngungen haben ganz besonders auf die **viel Kali** bedürfenden **Wurzelfrüchte**, auf Zuckerrüben, Futterrüben, Kartoffeln, erheblich schlechter gewirkt als die entsprechenden Salpeterdüngungen.

So haben namentlich die auf Märcker's Veranlassung ausgeführten Versuche es ergeben. Eine Erklärung hierfür aber ist nirgends versucht worden.

Durch unsere Versuche ist jene Minderwirkung bestätigt worden und eine Erklärung für dieselbe haben wir im Natrongehalte des Chilisalpeters und dem energischen, die Wirkung des verfügbaren Kalis steigernden Einfluß des Natrons auf die Entwickelung der Kulturpflanzen gefunden.

*) Ich habe beim Nachschlagen in der Litteratur eine Publication von P. Champion und H. Pellet (Comptes rendus 1875, 80. Bd., Nr. 25) gefunden, in welcher bereits aus Aschenanalysen auf eine theilweise chemische Vertretbarkeit der Basen geschlossen wird, ohne daß jedoch auf die Frage einer daraus etwa abzuleitenden Düngewirkung des Natrons &c. Rücksicht genommen wird.

2. Von J. Samek*) wurden im Anstaltsgut St. Michele Versuche mit Ammoniaksalz und Chilisalpeter ausgeführt, bei welchen sich ergab, daß die Wirkung des Ammoniakstickstoffs bei Futterrüben nur **16 %** (Blätter 83 %), bei Haferkörnern **64 %** (Stroh 53 %) der Salpeterwirkung betrug. Bei den kalibedürftigen Rüben also war die Ammoniakwirkung erheblich geringer als bei dem weniger Kali bedürfenden Hafer. Den Stickstoffsalzen war nur **Phosphorsäure** beigedüngt worden und kein Kali. Hätte man auch Kali beigedüngt oder den Ammoniakpflanzen **Natron** gegeben, so würden die Ammoniakpflanzen sich vermuthlich eben so gut entwickelt haben als die Salpeterpflanzen, und man würde vielleicht gefunden haben, daß die gleichzeitig über das Kalibedürfniß des Bodens ausgeführten Versuche unrichtig angelegt waren.

Man hatte der **Salpeter**düngung eine Beidüngung von Kali gegeben, um das Kalibedürfniß des Bodens zu prüfen, nicht aber der **Ammoniak**düngung. Das Natron der Salpeterdüngung aber machte im gegebenen Fall die Kalidüngung überflüssig, letztere wirkte nicht, und man schloß daraus auf einen Kalireichthum des Bodens. Hätte man der Ammoniakdüngung Kali beigegeben, so würde man voraussichtlich eine Wirkung von der Kalidüngung erhalten und den Schluß gezogen haben, daß der Boden kalibedürftig sei. In beiden Fällen aber wäre der Schluß nur relativ richtig gewesen, und man sieht, wie leicht man Täuschungen und Trugschlüssen bei derartigen Düngungsversuchen ausgesetzt ist, wenn man nicht alle Vorgänge klar überschaut.

Das folgende Beispiel wird diese Bemerkung weiter ergänzen und ihre Richtigkeit bestätigen.

3. Düngungsversuche in Rothamstedt von R. Warington**) haben ergeben, daß, wenn man die Wirkung des Salpeterstickstoffs = 100 setzt, die Wirkung des Ammoniakstickstoffs betrug:

bei Gerste	69 bei Stroh und 80 bei Körnern,
„ Grasheu	31 (Mittel aus 18 jährigen Versuchen),
„ Kartoffeln . . .	47 (Mittel aus 12 jährigen Versuchen),
„ Mangoldwurzeln .	27 (Mittel aus 10 jährigen Versuchen).

Bei diesen Versuchen war ausschließlich mit Salpeter und ausschließlich mit Ammoniaksalz gedüngt worden.

Gab man dagegen eine Beidüngung von Phosphorsäure und Kali, so erhöhte sich die Wirkung des Ammoniakstickstoffs im Verhältniß zur Wirkung der Salpeterdüngung (letztere wie oben = 100 gesetzt):

---

*) Biedermann's Centralblatt. 1889. S. 282.

**) Sonderabdruck aus „The Gas Engineer's Annual for 1889“.

bei Gerste auf . . . 87 bei Stroh und 89 bei Körnern,
„ Grasheu auf . . . 80 (Mittel aus 18jährigen Versuchen), und
86 (Mittel aus 28jährigen Versuchen),
„ Kartoffeln auf . . 99 (Mittel aus 12jährigen Versuchen),
„ Mangoldwurzeln auf 74 (Mittel aus 10jährigen Versuchen).

Diese Resultate stehen in vollkommenem Einklang mit unseren Ergebnissen.

Die Beidüngung von Kali hat den Ammoniakstickstoff zu erheblich größerer Wirkung gebracht, ebenso wie auch eine dem Natrongehalt des Chilisalpeters entsprechende Natrondüngung es wohl gethan haben würde.

Es ist auffallend, daß man während der 10- bis 28jährigen Durchführung dieser Versuche sich mit dem bloßen Resultat begnügt hat, daß das Ammoniak nur bei Zugabe von „Mineraldüngung" eine dem Salpeter nahezu gleichkommende Wirkung gezeigt hat. Versuche, dieser Erscheinung auf den Grund zu kommen, sind nicht gemacht worden, wenigstens findet sich darüber nichts in der betreffenden Abhandlung. Warington sagt nur: „Natronsalpeter setzt offenbar die von Natur im Boden enthaltenen Aschebestandtheile in Freiheit und macht sie für den Pflanzenwuchs verwendbar, weit mehr als dies durch Ammoniaksalze geschieht. Die Rothamstedter Versuche beweisen das."

Daß diese Behauptung aber **unrichtig** ist und jene Erscheinung auf einer ganz anderen Ursache beruht, haben wir oben gezeigt. Nicht dadurch, daß der Chilisalpeter lösend auf das Bodenkali gewirkt hat, ist die Mehrwirkung dieses Stickstoffsalzes entstanden, sondern dadurch, daß das Natron des Salpeters in die Pflanze eingetreten und Functionen verrichtet hat, die eine Vermehrung der Kalizufuhr (durch welche nachgewiesenermaßen die gleiche Ertragserhöhung erzielt werden konnte) unnöthig machte.

4. Dr. Baeßler*) berichtet über Versuche, welche auf ministerielle Veranlassung im Jahre 1888 von der Versuchsstation Regenwalde angestellt wurden. Er fand, daß eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter einen Mehrertrag von 1456 Kilo Kartoffeln, die entsprechende Ammoniakdüngung aber nur 37 Kilo Kartoffeln erbracht hatte, während bei Versuchen mit Hafer kein erheblicher Unterschied zwischen Ammoniak- und Salpeterwirkung sich zeigte. Eine Erklärung für dies Ergebniß ist nicht versucht worden.

Wir sehen hier also wieder, daß der viel Kali bedürfenden Kartoffel die Ammoniakdüngung nicht genügte, die viel Natron zuführende Salpeterdüngung dagegen das verfügbare Kali zu besserer Ausnutzung brachte,

*) Biedermann's Centralblatt 1889. S. 14.

während für den Hafer auch ohne Natrondüngung der Kalivorrath reichte. Hätte man den Kartoffeln eine Beidüngung von Kainit gegeben, so würde das Ammoniak wohl nicht weniger gut gewirkt haben als der Salpeter, für welche Vermuthung auch noch der Umstand spricht, daß der Kaligehalt des betreffenden Bodens mit nur 0,11 % angegeben wird.

5. Unter den Halmgewächsen ist es besonders die Gerste gewesen, auf welche, wie man es bei Felddüngungsversuchen (Märcker) gefunden hat und wie es durch unsere Versuche bestätigt worden ist, eine Salpeterdüngung besser gewirkt hat als eine Ammoniakdüngung.

Auch dies findet eine Erklärung in den Ergebnissen unserer Versuche. Die Gerste hat unseren Ermittelungen gemäß ein größeres Düngebedürfniß für Kali als beispielsweise der Hafer. Hat sie aber dies, so wird sie auch hervorragend dankbar sein für eine im Chilisalpeter ihr gebotene Natrondüngung, durch welche das verfügbare Kali, wie wir es oben gezeigt haben, zu höherer Ausnutzung gebracht wird. Daß unter den Halmgewächsen ganz besonders also die Gerste den Chilisalpeter mehr liebt als das schwefelsaure Ammoniak, steht in vollkommenem Einklang mit den obigen Ausführungen und den Ergebnissen unserer Versuche.

6. Vom Kainit hat man — besonders auf den kaliarmen Sand-, Moor- und Wiesenböden — oft eine erheblich bessere Wirkung erhalten als von der dem Kaligehalt des Kainits entsprechenden Menge Chlorkalium.

Hierfür geben unsere Resultate die Erklärung: Der circa 33 % betragende Chlornatriumgehalt des Kainits hat die Wirkung des Kalis zu steigern vermocht.

Damit will ich meine Mittheilungen schließen. Ich glaube, daß durch unsere Arbeiten die Ammoniakdüngungsfrage zu einem vorläufigen Abschluß gebracht worden ist und daß die von uns gegebenen Aufschlüsse hinreichen, um für die verschiedenen in der Praxis beobachteten Erfolge und Mißerfolge der Ammoniakdüngung eine befriedigende Erklärung zu finden.

18. Sind Verhältnisse denkbar, unter welchen die Salpeterdüngung einen verminderten Stickstoffgehalt des Ernteproductes zur Folge hat?
19. Sind Verhältnisse denkbar, unter welchen die Salpeterdüngung eine reifebeschleunigende Wirkung ausübt?
20. Wie wirkt die Ammoniaksalzdüngung im Vergleich zur Salpeterdüngung?
21. Welche Resultate haben die nach Märcker's Plan von Mitgliedern der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft ausgeführten Ammoniak- und Salpeterdüngungsversuche ergeben?
22. Worin können die Ursachen für die oft beobachtete Minderwirkung des Ammoniakstickstoffs im Vergleich zum Salpeterstickstoff zu finden sein?
23. Wird der in den Boden gebrachte Ammoniakstickstoff vollständig in Salpetersäure umgewandelt, oder findet ein Stickstoffverlust bei diesem Umwandlungsproceß statt?
24. Welche Verhältnisse wirken günstig und welche ungünstig auf die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure?
25. Läßt sich durch Kalken des Bodens die Wirkung des Ammoniakstickstoffs erhöhen?
26. Ist es möglich, daß die Schwefelsäure des Ammoniaksalzes eine nachtheilige Wirkung auf die Pflanzen ausübt?
27. Können die Kulturpflanzen sehr starke Düngungen oder stark concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak ebenso gut vertragen als starke Düngungen oder stark concentrirte Lösungen von Chilisalpeter?
28. Giebt es Verhältnisse, unter welchen das Natron des Chilisalpeters einen günstigen Einfluß auf die Pflanzenentwickelung ausübt, und wird man in manchen Fällen die beobachtete Mehrwirkung des Chilisalpeters im Vergleich zum schwefelsauren Ammoniak auf die zur Frage gestellte Natronwirkung zurückführen können?
29. Wie groß ist der relative Düngewerth des in „organischen" Stickstoffdüngern (Knochenmehl, Fleischmehl, Fischmehl, Peruguano, Blutmehl, Hornmehl, Ledermehl, Wollstaub, Stallmist, Oelkuchenmehl und grüner Pflanzenmasse) enthaltenen Stickstoffs?
30. Ist es logisch richtig, die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen in stickstoffmehrende und stickstoffzehrende einzutheilen?
31. Wie lassen sich die stickstoffmehrenden Pflanzen verwenden, um den Boden mit atmosphärischem Stickstoff zu düngen?
32. Wie groß ist die Wirkung des Gründüngungsstickstoffs im Vergleich zum Chilisalpeter?
33. Kann man Buchweizen, Senf, Rübsen, Spörgel und sonstige Nichtleguminosen mit Vortheil zur Gründüngungskultur verwenden?
34. Wird eine Gründüngungskultur mit Leguminosen den Boden stets an Stickstoff bereichern?
35. Wie groß kann der Gewinn an Stickstoff sein, der durch Gründüngungskultur mit Leguminosen zu erzielen ist, und was ist sonst noch über die Gründüngung zu sagen?

VI. **Untersuchungsmethoden und Verzeichniß der zu den Düngungsversuchen verwendeten Bodenarten und Düngemittel.**

V. **Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsreihen und ihrer Ergebnisse.**

Die Verwendung

des

Chilisalpeters

zur Düngung der

Landwirthschaftlichen Kulturpflanzen.

Von

Prof. Dr. Paul Wagner,

Vorstand der landw. Versuchsstation Darmstadt.

Mit 24 in den Text gedruckten Autotypieen photographischer Aufnahmen von Pflanzenkulturen und Körnererträgen.

Frankfurt a. M.

Druck von L. Lichtenberg.

1892.

Es ist meine Absicht, in dieser kurzen Schrift einige Rathschläge für die Verwendung des Chilisalpeters als Düngemittel zu ertheilen und einige Aufschlüsse über dessen Wirkung zu geben.

Viele der deutschen Landwirthe bedürfen zwar solcher Rathschläge nicht mehr, denn es steht ihnen eine reiche und langjährige Erfahrung über die Wirkung des Chilisalpeters zur Seite, und sie haben durch eine umsichtige Prüfung und sorgfältige Beobachtung die Regeln aufgefunden, nach welchen unter Berücksichtigung ihrer speziellen Verhältnisse der Salpeter verwendet werden muß, um die bestmöglichen Resultate zu erzielen.

Aber nicht alle Landwirthe sind in dieser Lage. Aus sehr vielen Anfragen, die während der letzten Jahre an mich ergangen sind, habe ich ersehen, daß man vielfach noch ganz und gar im Unklaren ist über die zweckmäßigste Verwendung des Chilisalpeters, und ich nehme umsomehr Anlaß, diesem Bedürfniß nach Rathschlägen und Aufklärung entgegen zu kommen, als ich seit einer längeren Reihe von Jahren die verschiedenen Stickstoffdüngungsfragen zu einem Specialgebiet meiner Forschungsarbeiten gemacht habe.

In einer umfänglichen Schrift, die am 1. März d. J. im Verlage von Paul Parey in Berlin erscheint, habe ich die Ergebnisse unserer gegen zweitausend Stickstoffdüngungsversuche umfassenden Arbeiten mitgetheilt und die verschiedenen Fragen der Salpeterdüngung, der Amoniakdüngung, der Gründüngung &c. darin besprochen. Man wird dort Aufklärung über manche bisher räthselhafte Erscheinungen finden, welche dem Practiker bei seinem Betriebe entgegentreten und für welche er eine Erklärung haben muß, um zielbewußt handeln und Mißerfolge der Anwendung von Handelsdüngern vermeiden zu können.

An dieser Stelle will ich mich nur auf ganz kurze Mittheilungen, die auch nur ganz speciell den Chilisalpeter betreffen sollen, beschränken, und ich frage zunächst:

Soll man heutzutage überhaupt noch mit Chilisalpeter düngen? Ist die Salpeterdüngung nicht ein überwundener Standpunkt geworden? Haben wir an Stelle des Chilisalpeters nicht eine viel billigere Stickstoffquelle entdeckt? Hat nicht Prof. Hellriegel uns gelehrt, daß es im Ackerboden Microorganismen giebt, welche die Pflanzen befähigen, aus der kostenlos sich darbietenden Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft zu schöpfen? Haben wir nicht Gründüngungspflanzen kennen gelernt, durch welche wir den Boden mit billigem Luft-Stickstoff bereichern, und ist nicht „Gründüngung" das Losungswort geworden für jeden rationell wirthschaftenden Landwirth, für einen jeden Fortschritt in der Bodenkultur?

Gewiß, es ist ein Umschwung in dieser Richtung eingetreten. Wir sind der reichen und kostenlos sich darbietenden Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft uns bewußt geworden, wir haben auch die Mittel kennen gelernt, welche die billigste aller Stickstoffquellen zu einer reichlich fließenden machen, und die Forderung, möglichst viel Stickstoff aus der atmosphärischen Luft einzufangen, ist eine der wichtigsten im Betriebe der rationellen Landwirthschaft geworden.

Die Forderung, „**möglichst**" viel Stickstoff aus der atmosphärischen Luft einzufangen, sagte ich, und darin liegt es schon ausgedrückt, daß das Einfangen seine **Grenzen** hat.

Nur **einige** Pflanzenarten sind es, nur die **Leguminosenarten** sind es, die Wicken, die Erbsen, Bohnen, Lupinen, der Klee, die Luzerne, Esparsette, Serradella ꝛc., welche die Fähigkeit haben, atmosphärischen Stickstoff aufzunehmen und auch ohne Stickstoffdüngung zu gedeihen. Alle übrigen Pflanzen, die Halmgewächse also, die Kartoffeln, die Zuckerrüben, Futterrüben, Möhren, der Raps, der Lein, Tabak, Mais, Hanf ꝛc. ꝛc. haben diese Fähigkeit **nicht**. Die Stickstoffquelle der Luft bleibt ihnen verschlossen, sie können nur Boden-Stickstoff und Dünger-Stickstoff aufnehmen und verarbeiten; sie verlangen einen mit Stickstoff gedüngten Boden. Und wenn es nun auch gelingt, insbesondere auf Sandboden aufs beste gelingt, durch sogenannte Gründüngungs-Kultur, durch Vermittelung von Lupinen, Serradella, Klee, Erbsen, Wicken ꝛc. große Mengen von atmosphärischem Stickstoff zu binden und mit diesem Stickstoff den Boden zu bereichern, auf solche Weise also indirect auch den **Nicht**-Leguminosen atmosphärischen Stickstoff zuzuführen, so reichen diese Mengen doch bei weitem nicht aus, den Stickstoffbedarf der Halmgewächse, der Wurzelfrüchte ꝛc. überall zu decken.

So hohe Erträge an Körnern, Zuckerrüben ꝛc., wie man sie in heutiger Zeit verlangt und auch verlangen muß, um den Ackerbau befriedigend ren-

tabel zu machen, sind im Durchschnitt aller Verhältnisse nicht anders zu erzielen, als unter Zuhülfenahme von Chilisalpeter oder anderen stickstoffreichen Handelsdüngern.

Von Jahr zu Jahr hat diese Erkenntniß ein weiteres Gebiet sich erobert, und wir stehen vor der Thatsache, daß seit der Verallgemeinerung der Gründüngungskultur der Verbrauch von Chilisalpeter nicht nur nicht abgenommen, sondern noch erheblich zugenommen hat.

Genau so ist es bekanntlich mit der Phosphorsäure gewesen. Als vor etwa sechs Jahren die billige Thomasschlacke auf dem Düngermarkt erschien, da fürchteten die Superphosphatfabrikanten eine Beschränkung im Verbrauch der anfangs nicht weniger als viermal so hoch im Preise stehenden aufgeschlossenen Phosphorsäure. Diese Befürchtung aber traf nicht zu. Die 10 Millionen Centner Thomasschlacke, um welche der deutsche Düngermarkt pro Jahr bereichert worden ist, haben Abnahme gefunden, und sie haben die Wirkung gehabt, daß der Verbrauch an Superphosphat nicht zurückgegangen ist, sondern noch erheblich zugenommen hat. Die Anwendung von Phosphorsäure ist durch die Einführung von Thomasphosphat eine allgemeinere und intensivere geworden. Man hat die hungrigen Moore, die ausgehungerten Wiesen, die armen Sandböden mit billiger Thomasschlacke gedüngt, man hat bedeutende Ertragssteigerungen dadurch erzielt, und diese haben das Vertrauen zur Phosphorsäurewirkung befestigt; man hat einen hohen Reingewinn erzielt, und der vermehrte Reingewinn hat dem Landwirth Kapital verschafft für einen intensiveren Betrieb.

Das Gleiche gilt für den Stickstoff. Die billige Stickstoffquelle, welche die atmosphärische Luft bietet und deren Ausnutzung während der letzten Jahre erheblich gesteigert worden ist — sie hat den Verbrauch an Stickstoffdüngemitteln nicht beschränkt, sie hat ihn gesteigert und wird ihn weiter steigern. Die Gründüngung und die daraus folgende Bereicherung des Bodens an Humus, der rapid gesteigerte Phosphorsäure-Consum und der in lebhafter Zunahme begriffene Verbrauch an Kalisalzen — das alles drängt zu einer intensiveren Produktion und damit auch zu einer allgemeineren und reichlicheren Verwendung von Stickstoffdüngern. Außerdem ist zu beachten, daß mit dem zunehmenden Gehalt des Bodens an organischem Stickstoff, an Humus, an Feuchtigkeit, an Phosphorsäure und an Kali zugleich auch die Sicherheit und die Intensität der Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel sich erhöht, und ich bin überzeugt, daß die Bedeutung dieser Düngemittel keine abnehmende, sondern eine von Jahr zu Jahr sich noch steigernde sein wird.

Ich darf mich daher der Hoffnung hingeben, daß die nachfolgenden kurzen Rathschläge und Aufschlüsse bezüglich einer rationellen Verwendung des Chilisalpeters dem Landwirth nicht unwillkommen sein werden. Ich will die Hauptgruppen der landw. Kulturpflanzen der Reihe nach hier vorführen und die auf sie bezüglichen Salpeterdüngungsfragen kurz besprechen.

I. Halmgewächse.

a. Hafer.

Unter denjenigen Kulturpflanzen, welche eine Salpeterdüngung in hohem Maße verwerthen, nimmt der Hafer eine ganz hervorragende Stellung ein. Wie man aus der hier wiedergegebenen photographischen Aufnahme einiger unserer Haferkulturen (Tafel 1) ersieht, haben die Pflanzen sich mit

Tafel 1.

Salpeter-Düngungsversuche mit Hafer.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g — ½ g — 1 g — 1½ g Salpeterstickstoff.

vollkommener Regelmäßigkeit der steigenden Salpeterdüngung entsprechend entwickelt, und man erkennt daraus, daß die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft dem Hafer verschlossen ist. Die Halmgewächse nähren sich ausschließlich von löslichem Boden=Stickstoff, von salpeterartigen Salzen, die sich durch Verwesung des Humus, des Stallmistes oder anderer organischer Substanzen allmählig im Boden bilden oder die man direct ihnen zuführt in Form von Chilisalpeter.

Unseren Ermittelungen gemäß sind 100 Kilo Chilisalpeter imstande, einen Mehrertrag von 400 Kilo Haferkörner (mittleren procentischen Stickstoffgehaltes) mit entsprechendem Stroh zu produciren, und in der landw. Praxis ist dies auch bestätigt worden. Feldversuche von Märcker haben beispielsweise ergeben, daß je 100 Kilo Chilisalpeter producirt haben:

519 Kilo Haferkörner im Mittel aus 10 Versuchen
367 „ „ „ „ „ 9 „

Diese außerordentlich hohen Mehrerträge aber werden nur dann erzielt, wenn der Boden mit genügenden Mengen von Phosphorsäure und Kali versorgt ist, wenn ferner die Witterungsverhältnisse günstig sind und der Chilisalpeter in richtiger Weise und in richtiger Menge zur Anwendung gelangt.

Die zu verwendende Menge von Chilisalpeter richtet sich natürlich nach der Bodenbeschaffenheit und dem Düngungszustand des Bodens. Sie schwankt zwischen 2 bis 8 Ctr. pro ha. In Ausnahmefällen hat man auch schon 10 Ctr., selbst 12 Ctr. pro ha. angewendet. In der Regel folgt der Hafer nach Früchten, die den Boden stark erschöpft haben, und es empfiehlt sich, ihm alsdann eine reichliche Salpeterdüngung zu geben. Ist der Boden nicht arm an Stickstoff, so giebt man eine Düngung von nur 2 Ctr. pro ha. und man kann diese Düngung entweder bei der Einsaat ausstreuen und eineggen, oder (namentlich bei leichtem, durchlässigem Boden empfehlenswerther) einige Tage nach der Einsaat auf den Boden streuen.

Ist der Boden ärmer an Stickstoff, so giebt man außer jener Anfangsdüngung den etwa 14 Tage alten Haferpflanzen eine Nachdüngung von 2 bis 3 Ctr. Chilisalpeter pro ha. und ist er noch ärmer, so giebt man, nachdem die Bestockung der Pflanzen vollendet ist und das Schossen derselben beginnt, nochmals etwa 3 Ctr. pro ha.

Es sind mir Fälle in der Praxis bekannt, in welchen man auf sehr ausgeraubtem Boden mit lohnendem Erfolge als erste Düngung 3 Ctr., als zweite und dritte Düngung je 4 Ctr. Salpeter pro ha. gegeben hat.

Sollen die Nachdüngungen zur vollen Wirkung kommen, so ist es selbstverständlich nothwendig, daß der Salpeter durch Regen gelöst und in den Boden gewaschen werde. Steht also Regen in Aussicht, so ist es gut, den Salpeter noch möglichst vor dem Regen zu streuen, auch wenn er dadurch einige Tage früher zur Anwendung gelangen sollte, als man es ursprünglich beabsichtigt hat.

b. Weizen.

Auch der Weizen gehört zu denjenigen Kulturpflanzen, welche einen an löslichen Stickstoff reichen Boden beanspruchen und die Salpeterdüngung in hohem Maße lohnen. Die Tafel 2 zeigt einige Resultate unserer

Tafel 2.

Salpeter-Düngungsversuche mit Weizen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g   ½ g   1 g   1½ g Salpeterstickstoff.

Versuche. Die Weizenkörner und das Stroh sind procentisch etwas reicher an Stickstoff als der Hafer, was zur Folge hat, daß die Salpeterdüngung in der Regel einen etwas geringeren Mehrertrag an Weizenkörnern hervorbringt als an Haferkörnern.

Unseren Ermittelungen nach sind je 100 Kilo Chilisalpeter imstande, einen Mehrertrag von **300** Kilo Weizenkörner (mittleren Stickstoffgehaltes) nebst entsprechendem Stroh zu produciren, während wir für den Hafer eine Production von 400 Kilo Körner gefunden haben. Immerhin aber ist eine Production von 300 Kilo Weizenkörner durch Anwendung von 100 Kilo Chilisalpeter als eine hochrentable zu bezeichnen.

Auch dies hat man in der Praxis bestätigt gefunden. Beispielsweise wurden bei Feldversuchen durch je 100 Kilo Chilisalpeter an Mehrertrag erhalten:

308 Kilo Weizenkörner im Mittel von 7 Versuchen von Völker.
254 „ „ „ „ „ 5 „ „ Märcker.

Den Sommerweizen kann man wie den Hafer düngen, auch die auf Seite 7 angegebene Stärke der Düngung einhalten. Nur darf man die letzte Salpetergabe nicht mehr so spät als beim Hafer ausstreuen. Der Hafer behält länger die Fähigkeit, Salpeterstickstoff zu verarbeiten, als der Weizen. In der Regel kommt die letzte Salpetergabe nur dann noch zur vollen Wirkung, wenn sie unmittelbar nach vollendeter kräftiger Bestockung des Weizens ausgestreut wird, das Schossen der Halme also noch nicht begonnen hat.

Handelt es sich um **Winter**weizen, so gebe man im Herbst (bei der Einsaat) keine stärkere Salpeterdüngung als 1 bis höchstens 2 Ctr. pro ha. Und auch diese gebe man nur dann, wenn der Boden verhältnißmäßig stickstoffarm ist. Befindet der Acker sich in gutem Düngungszustande und folgt der Weizen auf Frühkartoffeln, oder auf Raps, oder auf Klee, Erbsen, Bohnen, oder sonstige Hülsenfrüchte, und gelangt er außerdem relativ spät zur Einsaat, so ist es nicht rationell, ihn im Herbst mit Stickstoffsalzen zu düngen. Man bringe alsdann erst im Frühjahr den Salpeter zur Anwendung, und zwar empfiehlt es sich, die erste Gabe im März, die zweite im April auszustreuen. Unter günstigen Witterungsverhältnissen kann selbst noch eine Anfang Mai gegebene Salpetergabe zur vollen Wirkung kommen, wie Heine-Emersleben es gezeigt hat, doch ist in der Regel der fünfzehnte bis zwanzigste April als der letzte Termin anzusehen.

c. Roggen.

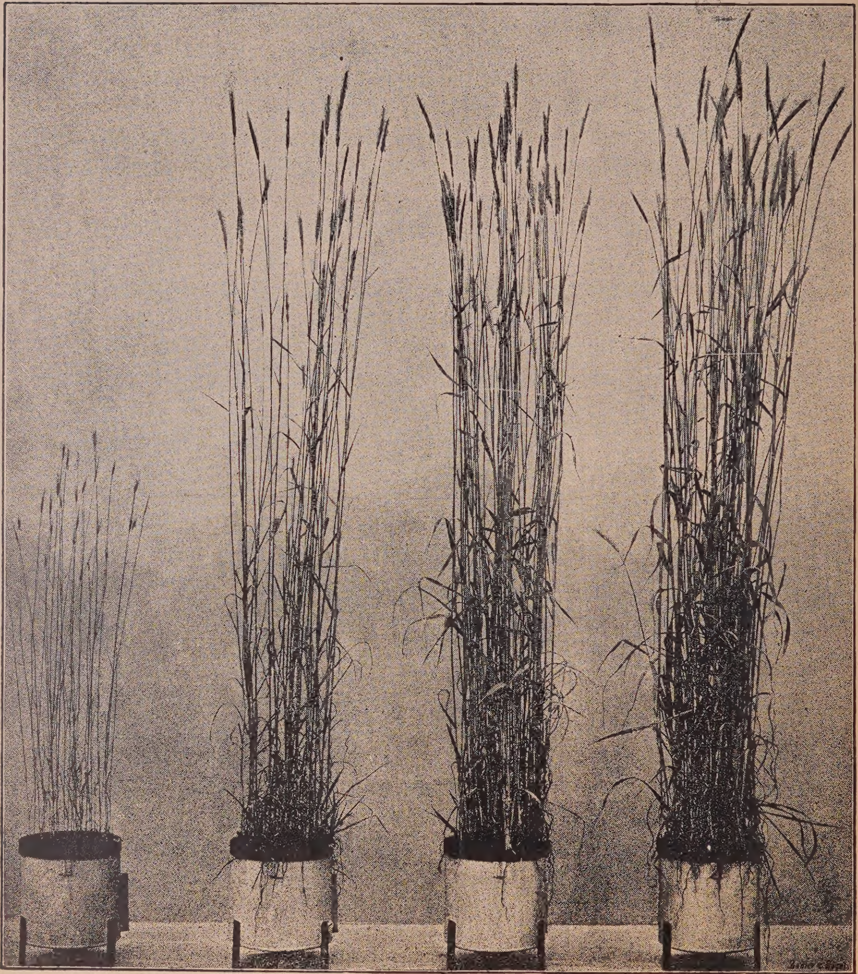
Was von dem Weizen gesagt ist, das gilt in gleicher Weise auch vom Roggen. In wie hohem Grade die Salpeterdüngung den Mehrertrag

an Roggen zu steigern vermag, wenn der Boden sehr stickstoffarm ist, das sieht man an den auf der Tafel 3 zur Ansicht gegebenen Kulturen.

Tafel 3.

Salpeter-Düngungsversuche mit Roggen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g $^1/_2$ g 1 g $1^1/_2$ g Salpeterstickstoff.

In der Regel aber ist der Roggen — namentlich der Winterroggen — nicht imstande, so große Salpetermengen zu verarbeiten, als der Weizen und der Hafer. Man giebt dem Roggen selten mehr als 2 bis 4 Ctr. Chilisalpeter pro ha. und man pflegt die Frage, ob man starke, oder geringe, oder gar keine Salpeterdüngung im speciell vorliegenden Fall anwenden soll, von seinem je nach der voraufgegangenen Herbst- oder Winter- oder Frühjahrswitterung und dem jeweiligen Düngungszustande des Bodens ja sehr verschiedenen Stande abhängig zu machen. Steht der Roggen sehr dünn, hat er durch Auswintern stark gelitten, so weiß man, daß der Chilisalpeter — im März als Kopfdüngung gegeben — ein vorzügliches und bewährtes Mittel ist, die Pflanzen zu starker Bestockung zu bringen und den Ertrag dadurch zu erhöhen. Ist aber der Roggen gut in den Winter und gut durch den Winter gekommen, steht er sehr dicht, entwickelt er sich üppig und ist er vielleicht gar noch mit Latrine oder Mistjauche überfahren worden während der Wintermonate, so weiß man, daß entweder gar nicht oder nur schwach mit Salpeter gedüngt werden darf, indem eine starke Düngung die Gefahr des Lagerns herbeiführen würde. Der durch je 100 Kilo Chilisalpeter zu erzielende Mehrertrag ist beim Roggen der gleiche wie beim Weizen.

d. Gerste.

Die Tafel 4 zeigt einige unserer Gerstekulturen. Man sieht, wie groß das Düngebedürfniß der Gerste für leichtlöslichen Stickstoff ist, und unsere Versuche haben ergeben, daß je 100 Kilo Chilisalpeter imstande sind, den Ertrag an Gerstekörnern (mit entsprechendem Stroh) um nicht weniger als 400 Kilo zu steigern. Auch die landw. Praxis weist die gleichen Erfolge auf. Beispielsweise wurden producirt:
447 Kilo Gerstekörner bei Versuchen von Völcker (Mittel aus 7 Versuchen)
426 „ „ „ „ „ Märcker („ „ 4 „)
durch je 100 Kilo Chilisalpeter.

Aber weit vorsichtiger muß man mit der Salpeterdüngnng bei Gerste sein als beim Weizen und Hafer. Zu starke Salpeterdüngungen bringen die Gerste leicht zum Lagern, und im Ueberschuß gegebene Düngungen produciren ein für Braugerste zu proteinreiches Korn. Auch muß man bedenken, daß die Gerste, wenn sie viel leichtlösliche Nahrung im Boden findet, zu außerordentlich schneller und üppiger Entwickelung gelangt, weßhalb gar leicht eine zu starke Bestockung, ein zu dichter Stand entsteht, wenn man die Gerste zur Zeit der Einsaat oder bald nach derselben mit zu großen Mengen von Chilisalpeter düngt.

Tafel 4.

Salpeter-Düngungsversuche mit Gerste.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g ½ g 1 g 1½ g Salpeterstickstoff.

Es empfiehlt sich, der Gerste in der Regel nicht mehr als 80 bis 100 Kilo Salpeter bei der Einsaat zu geben. Ist der Boden arm an Stickstoff, so giebt man nach vollendeter Bestockung nochmals 80 bis 100 Kilo Salpeter, und man kann — wiewohl die Fälle nicht häufig sind — auf sehr stickstoffbedürftigem, humusarmen Boden noch eine dritte, etwa drei bis vier Wochen auf die zweite Düngung folgende Salpetergabe von 100 bis 150 Kilo pro ha. verwenden.

Ich kenne in Rheinhessen ein Gut, auf welchem man 400 Kilo Chilisalpeter pro ha. mit bestem Erfolg für Gerste verwendet und nicht weniger als 75 Ctr. guter Brauergerste dadurch erntet. Die Stickstoffdüngung aber wird dort mit großer Vorsicht gegeben; sie wird der Gerste in drei bis vier Portionen verabreicht. Auch hebe ich hervor, daß man dort eine Beidüngung

von 150 Kilo Chlorkalium pro ha. verwendet und daß der betreffende Boden seit einer Reihe von Jahren mit starken Gaben von Thomasphosphatmehl angereichert worden ist. Sechs Jahre hintereinander hat man dem sehr ausgeraubt gewesenen Boden eine Düngung von 25 Ctr. Thomasmehl pro Jahr und ha. gegeben und dadurch einen Fonds von allmählig und stetig wirkender Phosphorsäure geschaffen, der ausreichend ist, auch den höchsten Anforderungen der Kulturpflanzen zu genügen und eine große Sicherheit in der Entwickelung der Halmgewächse zu bewirken. Den Ergebnissen unserer Forschungen gemäß ist gerade bei der Gerste ein großes Gewicht darauf zu legen, daß der Boden reichlich versorgt ist mit Kali und Phosphorsäure, denn nur unter dieser Bedingung kommt der Chilisalpeter zu seiner vollen Wirkung, und nur unter dieser Bedingung erhält man auch bei relativ starker Salpeterdüngung eine selbst für Brauzwecke untadelhafte Gerste.

Ich will auf der Tafel 5 einige unserer Kulturen vorführen, welche den Einfluß einer gesteigerten Phosphorsäuredüngung auf die Verwerthung des Salpeterstickstoffs deutlich zeigen. Die Versuche wurden mit Hafer ausgeführt.

Man erkennt auf den ersten Blick in wie hohem Grade die Ausnutzung des Salpeterstickstoff's gesteigert worden ist, durch eine reichliche Phosphorsäuredüngung. Aus je 1 g. Salpeterstickstoff haben bei unseren Versuchen die Haferpflanzen producirt:

27 g Körner, wenn eine Beidüngung von 0 g Phosphorsäure gegeben war
39 „ „ „ „ „ „ 1/4 „ „ „ „
51 „ „ „ „ „ „ 1/2 „ „ „ „
54 „ „ „ „ „ „ 3/4 „ „ „ „

Es lassen sich, wie unsere umfassenden Forschungen auf diesem Gebiet es nachgewiesen haben, sehr **verschiedene** Mengen von Körnern und Stroh aus je 100 Kilo Chilisalpeter produciren. Je weniger die Pflanzen nach Phosphorsäure und Kali hungern, je weniger sie nach Wasser dursten, und je weniger sich die Stärke der Salpeterdüngung einem von der Pflanze nicht mehr vollständig zu verarbeitenden **Uebermaß** an Stickstoff nähert, um so größer sind die durch die Salpeterdüngung zu erzielenden Mehrerträge. Wenn ich oben gesagt habe, daß man durch je 100 Kilo Chilisalpeter Mehrerträge produciren könne von rund

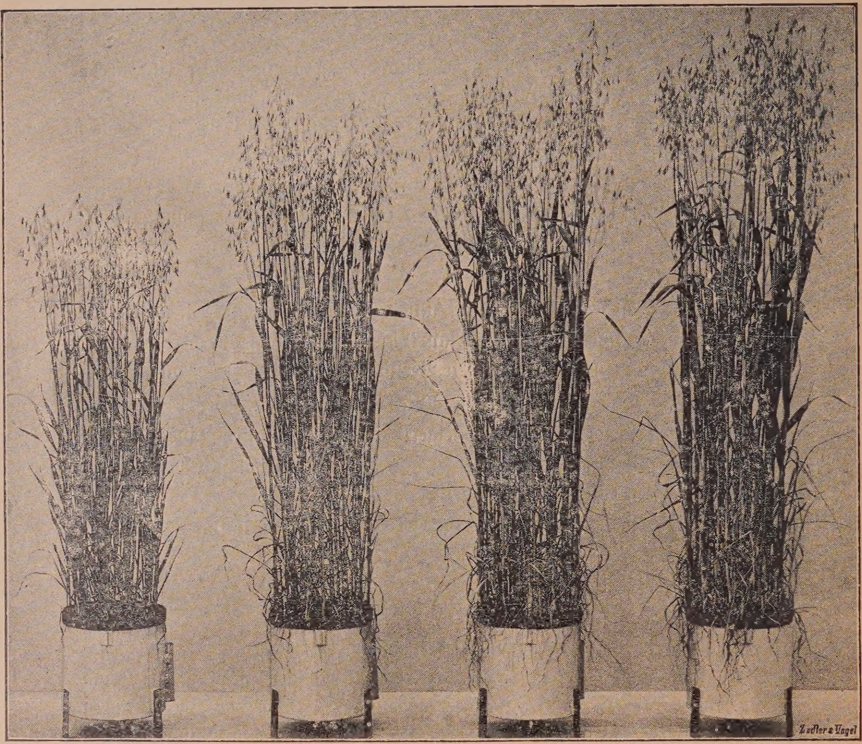
300 Kilo Weizenkörner mit entsprechendem Stroh,
300 „ Roggenkörner „ „ „
400 „ Gerstekörner „ „ „
400 „ Haferkörner „ „ „

so ist hierbei vorausgesetzt, daß es den Pflanzen an Phosphorsäure, an

Tafel 5.

Versuche über den Einfluß der Phosphatdüngung auf die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs.

Die Gefäße wurden gedüngt mit je 1 g Salpeterstickstoff und erhielten außerdem



0 g ¼ g ½ g ¾ g Phosphorsäure.

Kali und an Feuchtigkeit nicht mangelt, auch, daß der Chilisalpeter zu rechter Zeit und in richtiger Gabe zur Verwendung gelangt. Je mehr diese Voraussetzung zutrifft, um so größer werden die Mehrerträge sein, welche man durch je 100 Kilo Chilisalpeter erhält; sie werden unter *sehr* günstigen Verhältnissen die angegebenen Mengen sogar noch *überschreiten*, während sie im anderen Fall auch erheblich *weniger* betragen können. Bei keinem Düngemittel kommt es so sehr auf die richtige Zeit und das richtige Maß der Verwendung an, als beim Chilisalpeter, woraus es sich denn

auch erklärt, daß die Urtheile über den Salpeter so sehr verschieden lauten und die Erfolge so sehr ungleich sind. In meiner neuen größeren Schrift „Die Stickstoffdüngung der Kulturpflanzen“ habe ich Aufschlüsse über alle hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse gegeben und ich habe auf Grund meiner Forschungen gezeigt, wie man die verschiedenen Umstände meiden kann, welche einen Mißerfolg der Salpeterdüngung herbeiführen. Ich verweise auf die dort gegebenen Ausführungen. An dieser Stelle mache ich nur nochmals darauf aufmerksam, daß ein genügender Vorrath von leichtlöslicher Phosphorsäure und leichtlöslichem Kali im Boden das erste Erforderniß ist für eine ausgiebige Wirkung des Chilisalpeters.

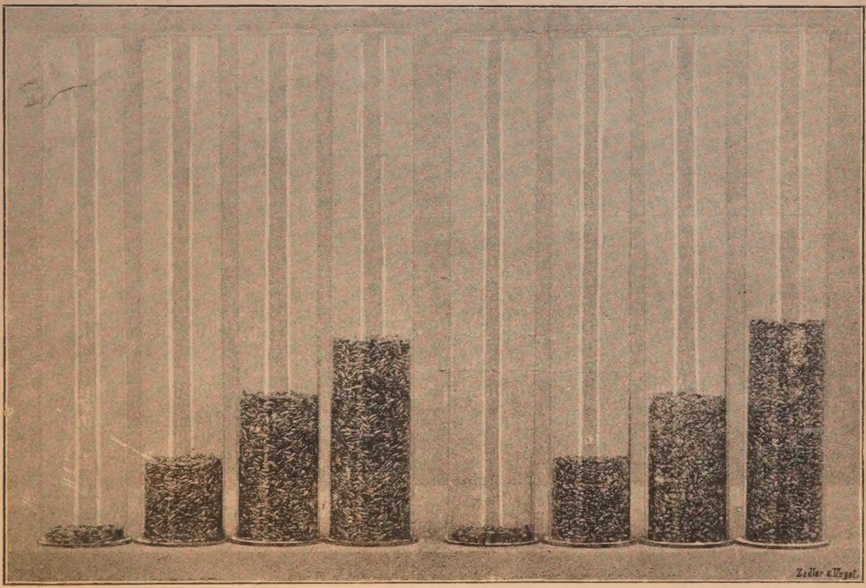
Ich will schließlich noch zwei Tafeln (die Tafel 6 und 7) hier anfügen, welche die durch Salpeterdüngungen bei unseren Versuchen erzielten Körner=

Tafel 6.

Körnererträge, erhalten bei Salpeterdüngungsversuchen mit Roggen und Weizen.

Die Düngung bestand aus Phosphorsäure, Kali und

0 g 15 g 30 g 45 g 0 g 15 g 30 g 45 g Chilisalpeter.



Ertrag an Roggenkörnern:
10 g 84 g 155 g 219 g

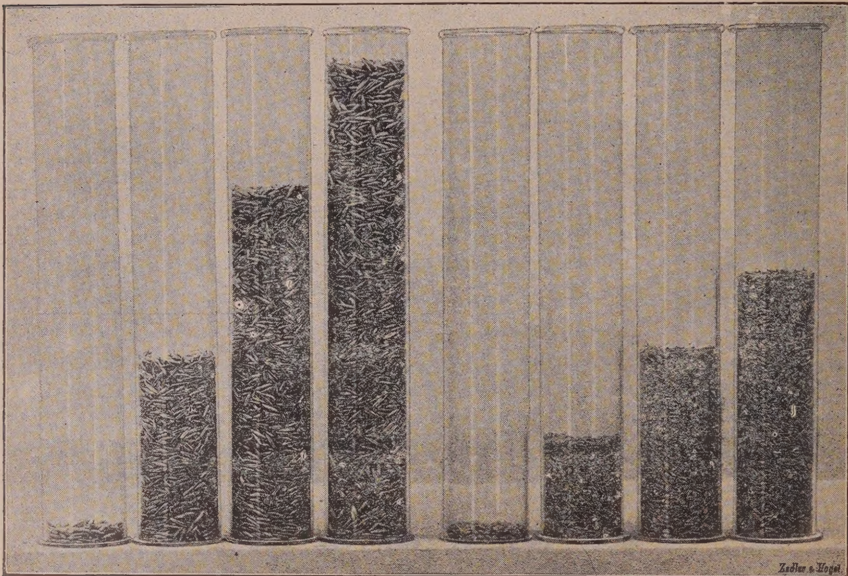
Ertrag an Weizenkörnern:
10 g 97 g 170 g 260 g

Tafel 7.

Körnererträge, erhalten bei Salpeterdüngungsversuchen mit Hafer und Gerste.

Die Düngung bestand aus Phosphorsäure, Kali und

0 g 15 g 30 g 45 g 0 g 15 g 30 g 45 g Chilisalpeter.



Ertrag an Haferkörnern: Ertrag an Gerstekörnern:

11 g 149 g 284 g 389 g 11 g 105 g 204 g 284 g

erträge in übersichtlicher Weise zur Darstellung bringen. Wir haben die durch je 15, 30 und 45 g Chilisalpeter erzielten Körnererträge in Glascylinder gebracht und eine photographische Aufnahme derselben angefertigt. Man erkennt sofort, mit welcher Genauigkeit und Regelmäßigkeit die Körnerproduction gleichen Schritt gehalten hat mit der Steigerung der Salpeterdüngung und wie unrichtig die Meinung ist, welche man früher oft aussprechen hörte, daß die Salpeterdüngung wohl die Stroherträge, nicht aber die Körnererträge zu steigern vermag. Giebt man den Chilisalpeter zu richtiger Zeit und in richtiger Menge, treten auch keine die Körnerbildung benachtheiligenden Witterungsverhältnisse ein, so werden Körner- und Stroherträge in normalem Verhältniß zu einander gesteigert.

II. Hülsenfrüchte und kleeartige Pflanzen.

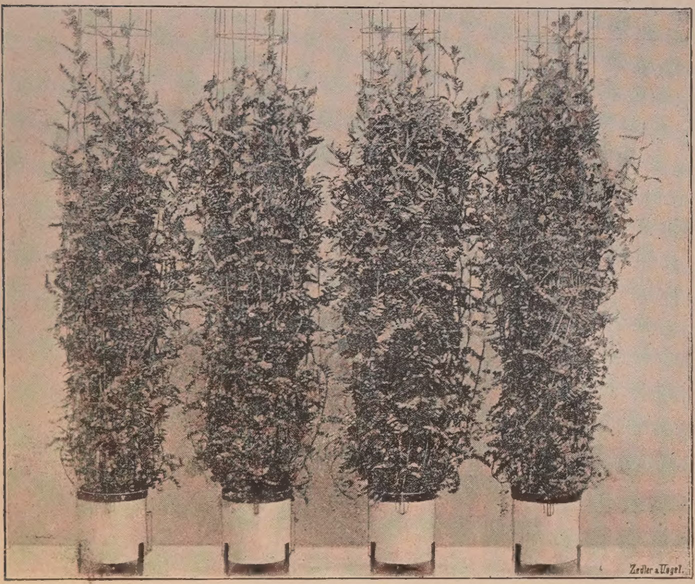
Wird es rationell sein, auch die Hülsenfrüchte, die Erbsen, Wicken, Bohnen, Linsen, Lupinen, sowie die verschiedenen kleeartigen Pflanzen, den Rothklee, die Luzerne, die Esparsette, Serradella 2c. mit Chilisalpeter zu düngen?

Ich will, um Aufschluß über diese Frage zu geben, zunächst die Tafeln 8 und 9 hier zur Anschauung bringen. Dieselben stellen Kulturen

Tafel 8.

Salpeter-Düngungsversuche mit Wicken.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



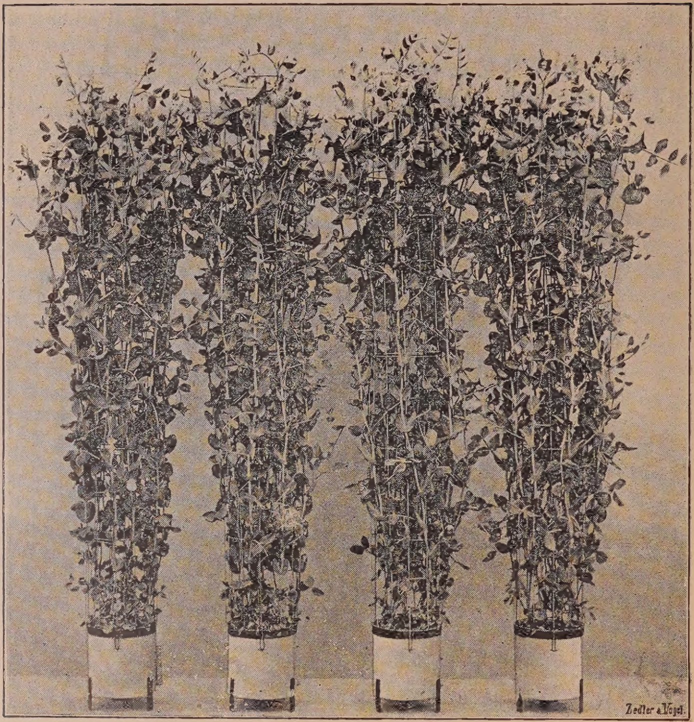
0 g 1/2 g 1 g 1 1/2 g Salpeterstickstoff.

mit Wicken und Erbsen dar, welche genau unter den gleichen Verhältnissen ausgeführt worden sind wie die oben vorgeführten Versuche mit Halmgewächsen. Wie ganz anders aber zeigt sich hier die Entwickelung der Pflanzen! Während wir beim Hafer, Weizen, Roggen und der Gerste auf dem nicht mit Stickstoff gedüngten Boden eine ungemein spärliche Ent-

Tafel 9.

Salpeter-Düngungsversuche mit Erbsen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g ½ g 1 g 1½ g Salpeterstickstoff.

wickelung der Pflanzen erhielten und erst nach der Salpeterdüngung eine üppige Vegetation und eine regelmäßige Steigerung der Erträge eintrat sehen wir hier, daß schon die bloße **Kaliphosphatdüngung** ausgereicht hat, eine Vegetation der Erbsen und Wicken hervorzurufen, wie sie üppiger wohl kaum gedacht werden kann und eine Düngung mit Chilisalpeter daher auch nicht mehr imstande war, die Entwickelung zu steigern.

Das gleiche Bild zeigen uns die Tafeln 10, 11 und 12, welche Kulturen mit Buschbohnen, Luzerne und Rothklee aufweisen. Die Sal-

Tafel 10.

Salpeter-Düngungsversuche mit Buschbohnen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 1 g $1^1/_2$ g 2 g Salpeterstickstoff.

peterdüngung hat kaum einen Eindruck auf diese Pflanzen gemacht. Die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft hat sie ernährt; sie haben mit so großer Leichtigkeit sich den Luft-Stickstoff angeeignet, daß der Boden-Stickstoff überflüssig war.

Nun aber frage ich: Werden nicht trotzdem Fälle in der landwirthschaftlichen Praxis vorkommen, in welchen die genannten Pflanzen, die verschiedenen Leguminosenarten, eine Salpeterdüngung lohnen? Diese Frage muß mit „ja“ beantwortet werden; es giebt in der That Verhältnisse, wenngleich Ausnahmeverhältnisse, unter welchen geringe Salpeterdüngungen für Leguminosen rationell sein können.

Erbsen, Wicken, Bohnen, Kleearten etc. haben bekanntlich nicht von Anfang an die Fähigkeit, von atmosphärischem Stickstoff zu leben. Erst durch Einwirkung von Microorganismen erlangen sie diese Fähigkeit, und erst nachdem der lösliche Boden-Stickstoff von ihnen aufgezehrt worden ist und sie nach Stickstoff hungern, öffnet sich ihnen die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft.

Finden die genannten Pflanzen nun sehr wenig löslichen Stickstoff im Boden, ist der Boden sehr arm an Humus, besteht er aus leichtem Sand, und befindet er sich in schlechtem Düngungszustande, so kann es

Tafel II.

Salpeter-Düngungsversuche mit Luzerne.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g   ½ g   1 g   1½ g Salpeterstickstoff.

vorkommen, daß unter solchen Verhältnissen der Stickstoffhunger in einem zu frühen Entwickelungsstadium der Pflanzen eintritt, in einem Entwickelungsstadium, in welchem die Pflanzen noch nicht genügend Widerstand den vielerlei feindlichen Angriffen entgegensetzen können, welche sie durch ungünstige Witterung, durch Pilzkrankheiten, durch zerstörungslustige Thiere ꝛc. zu erdulden haben. Beim Uebergang von der Ernährung mit Boden-Stickstoff zur Ernährung mit Luft-Stickstoff können unter solchen Verhältnissen die Pflanzen sehr leiden, und es kann alsdann von außerordentlich günstigem Erfolge sein, wenn man ihnen durch eine schwache Salpetergabe hinweghilft über jenes kritische Stadium.

Habe ich in meinen bisherigen Schriften den Rath gegeben, die Leguminosen nicht mit Stickstoffsalzen zu düngen, so habe ich diesen Rath nur unter einer gewissen Einschränkung gegeben. Ich habe gesagt: „Unter **normalen** Kulturverhältnissen ist es nicht rationell, die Leguminosen mit Stickstoffsalzen zu düngen.“ Nicht normale Verhältnisse also habe ich ausgenommen von dieser Regel, und ich sage nun so:

Tafel 12.

Salpeter-Düngungsversuche mit Rothklee.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g — 1/2 g — 1 g — 1 1/2 g Salpeterstickstoff.

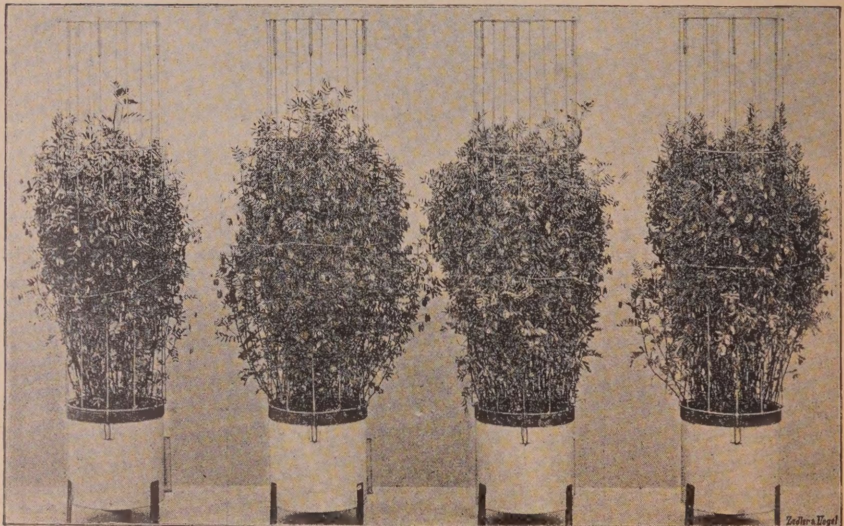
Auf sehr stickstoffarmen, auf stark erschöpften, stark ausgeraubten Böden kann es von lohnendem Erfolge sein, auch den Leguminosenarten, auch den Wicken, Erbsen, Bohnen, allen kleeartigen Pflanzen, eine Düngung mit Stickstoffsalzen zu geben, allein — es darf dies stets nur eine verhältnißmäßig geringe Düngung sein, und sie muß der Pflanze schon in ihrem ersten Entwickelungsstadium zur Verfügung stehen, sonst ist sie nicht rationell.

Die Tafeln 13, 14 und 15 zeigen einige Kulturen, (die gleichzeitig

Tafel 13.

Salpeter-Düngungsversuche mit Linsen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g $\frac{1}{2}$ g 1 g $1\frac{1}{2}$ g Salpeterstickstoff.

und unter sonst gleichen Verhältnissen wie die oben angeführten Versuche mit Erbsen, Wicken, Bohnen, Luzerne und Klee ausgeführt worden sind) welche diesen Satz deutlich illustriren. Die Salpeterdüngung hat hier gewirkt, das erkennt man sofort. Sie hat die Entwickelung der Linsen, der Lupinen und insbesondere der Serradella begünstigt. Aber — und dies ist von großer practischer Bedeutung — schon die geringste der drei

Tafel 14.

Salpeter-Düngungsversuche mit Lupinen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g | 1 g | $1^1/_2$ g | 2 g Salpeterstickstoff.

Tafel 15.

Salpeter-Düngungsversuche mit Serradella.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g | $^1/_2$ g | 1 g | $1^1/_2$ g Salpeterstickstoff.

verschiedenen Salpetergaben, schon die Düngung von $^1/_2$ g bezw. 1 g Salpeter-Stickstoff pro Gefäß hat gereicht, um die Pflanzen in ungestörter Fortentwickelung bis zu demjenigen Stadium ihrer Ausbildung zu erhalten, in welchem sie ohne Mühe ihren gesammten Stickstoffbedarf der atmosphärischen Luft entnehmen konnten. Stärkere Stickstoffgaben waren hierzu nicht nothwendig, denn wir sehen, daß die stärkeren Düngungen keine weiteren Steigerungen des Ertrages zur Folge gehabt haben.

Auch einige Zahlen aus unseren Versuchen will ich anführen, welche dies bestätigen.

Es wurden geerntet:

a, bei Wicken:

40 g	Erntemasse	ohne Stickstoffdüngung
65 „	„	nach Düngung von 0.25 g Stickstoff
62 „	„	„ „ „ 0.50 „ „

b, bei Inkarnatklee:

72 g	Erntemasse	ohne Stickstoffdüngung
87 „	„	nach Düngung von 0.10 g Stickstoff
89 „	„	„ „ „ 0.17 „ „
86 „	„	„ „ „ 0.25 „ „

Eine geringe Stickstoffdüngung also hat bei diesen auf sehr stickstoffarmen Böden ausgeführten Kulturen den Ertrag gesteigert; stärkere Düngungen dagegen haben keine weitere Wirkung auszuüben vermocht, und sie würden vom praktischen Standpunkte aus als unrationell, als Verschwendung angesehen werden müssen.

Auch in der landw. Praxis hat man dies bestätigt gefunden. Es fällt mir gerade die No. 4 der Hannover'schen Land- und Forstwirthschaftlichen Zeitung vom 28. Januar 1892 in die Hand, in welcher ich schon ein Beispiel hierfür finde. K. Köster berichtet dort über Anwendung von Kainit und Thomasmehl auf leichtestem Sandboden und erwähnt gelegentlich der Erbsenkulturen das folgende:

„Weitere Versuche wurden gemacht mit Erbsen nach Roggen mit je 3 Ctr. Kainit und Thomasschlackenmehl pro Morgen. Es stellte sich bei Erbsen heraus, daß sie einer geringen Gabe von Stickstoff bedürfen, um über die Anfangsperiode hinweg zu kommen, dann aber besonders im Ertrage die mit Mist gedüngten Erbsen übertreffen. Der Chilisalpeter wird jetzt nach Aufgang der Erbsen in Mengen von 80 bis 100 Pfund pro ha. gegeben."

Unter Ausnahmeverhältnissen also, d. h. auf sehr stickstoffarmen, humusarmen, an Stickstoff erschöpften Böden empfehle ich, auch den Leguminosen eine Salpeterdüngung zu geben. Die Salpeterdüngung aber darf nur gering sein, sie darf nicht mehr als 50 bis 80 Kilo pro ha. betragen, und sie ist nur dann von vortheilhafter Wirkung, wenn sie den Pflanzen schon in ihrem ersten Entwickelungsstadium zu Verfügung steht.

III. Kartoffeln, Zuckerrüben, Futterrüben, Möhren und sonstige rübenartige Gewächse.

a. Kartoffeln.

In einer mittleren Kartoffelernte ist ungefähr um $^1/_3$ mehr Stickstoff enthalten als in den Mittelerträgen der Halmgewächse und da der Kartoffel wie den Halmgewächsen keine andere Stickstoffquelle als ausschließlich der leichtlösliche Boden- und Dünger-Stickstoff zur Verfügung steht, so sollte man meinen, daß die Kartoffel einer noch stärkeren Salpeterdüngung bedürfe als der Hafer und der Weizen. Das aber ist in der Regel nicht der Fall. Wie man aus der hier angeführten Tafel 16

Tafel 16.

Salpeter-Düngungsversuche mit Kartoffeln.

Die Parzellen wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 3 g 6 g Salpeterstickstoff.

ersieht, ist zwar die Wirkung der Salpeterdüngung auf Kartoffeln eine außerordentlich in die Augen fallende, allein — in der Regel wenigstens — vermag die Kartoffel keine größere Stickstoffmenge zu verarbeiten als der Hafer. Die Ursachen sind die folgenden. Die Kartoffel wird meist in Stallmistdüngung gebaut, während der Hafer in letzter Tracht folgt. Dazu

kommt, daß die Kartoffel eine längere Vegetationszeit hat als der Hafer, in Folge dessen der Boden-Stickstoff von ihr mehr ausgenutzt wird und sie in der Regel keines so großen Stickstoffzuschusses in Form von Chilisalpeter bedarf als man es aus dem Stickstoffgehalt ihrer Ernteprodukte schließen sollte. Eine Düngung von 4 Ctr. Chilisalpeter pro ha. ist als eine normale anzusehen, und ich empfehle, diese Düngung auf den Boden zu streuen, nachdem die Kartoffeln gelegt sind. Ist der Boden sehr sandig und durchlässig, so kann man mit dem Ausstreuen sogar warten bis die ersten Pflanzen durch die Erde brechen; ist er dagegen schwer und wenig durchlässig, so kann man auch beim Legen der Kartoffeln den Salpeter schon in den Boden bringen. Wichtig ist es, daß die Kartoffelpflanzen recht früh eine reiche Stickstoffnahrung finden, die sie schnell in die Höhe bringt. Der Knollenertrag hängt wesentlich hiervon ab. Ist der Boden nicht mit Stallmist zu Kartoffeln gedüngt worden, und ist er nicht sehr reich an Humus, sind auch keine Leguminosenkulturen oder gar Gründüngungskulturen voraufgegangen, so kann man beim Hacken der Kartoffeln noch eine Nachdüngung von 2 bis 4 Ctr. Chilisalpeter pro ha. verwenden.

Ich will noch darauf aufmerksam machen, daß der Ertrag an Kartoffelknollen bekanntlich nicht nur vom Boden und dessen Düngungszustand, sondern wesentlich auch von der Sorte, von der Varietät abhängt und dementsprechend auch die Salpeterdüngung bemessen werden muß. Frühkartoffeln und kleinknollige Speisekartoffeln liefern weniger Ertrag und bedürfen auch einer geringeren Salpeterdüngung als späte Sorten und großknollige Wirthschaftskartoffeln.

Kommt der Chilisalpeter zur vollen Wirkung, so ist die Rentabilität seiner Anwendung beim Kartoffelbau eine gute. Je 100 Kilo Chilisalpeter können nach unseren Ermittelungen **3600** Kilo Kartoffeln produciren, und wenn auch im Durchschnitt der bisher bekannt gewordenen Felddüngungsversuche dieser Ertrag bei weitem nicht erreicht worden ist, so liegen doch Fälle vor, wie beispielsweise ein Versuch von Oldenburg (mit 3267 Kilo Kartoffeln), welche darthun, daß jener Ertrag erzielt werden kann und es nur auf die günstigen Umstände und auf die richtige Verwendung des Salpeters ankommt, daß er erzielt werde.

Ausreichende Phosphatbeigabe ist natürlich auch hier zu fordern und — falls der Boden nicht sehr reich an Kali ist — auch eine Kalidüngung. Insbesondere empfiehlt es sich, schon der Vorfrucht eine reichliche Kalidüngung zu geben.

b. Zuckerrüben.

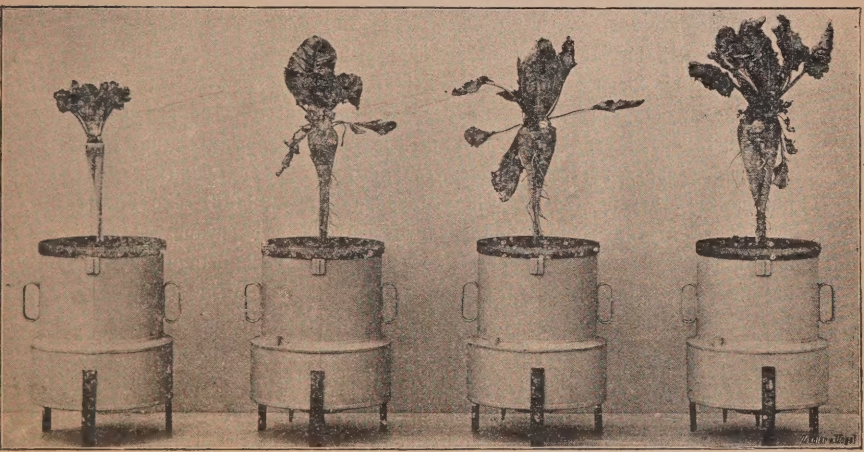
Für den Zuckerrübenbau ist der Chilisalpeter ein geradezu unentbehrliches Düngemittel geworden.

Die Tafel 17 stellt die Resultate einiger in Gefäßen von uns ausgeführter Versuche dar.

Tafel 17.

Salpeter-Düngungsversuche mit Zuckerrüben.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 1 g $1^1/_2$ g 2 g Salpeterstickstoff.

Man sieht, mit welcher Regelmäßigkeit die Entwickelung der Rüben zugenommen hat mit der gesteigerten Salpeterdüngung.

Trug man in früheren Jahren auch großes Bedenken gegen die Anwendung von Chilisalpeter in der Zuckerrübenkultur, so sind diese Bedenken jetzt geschwunden. Man hat es gelernt, zuckerreiche Rüben auch bei starker Salpeterdüngung zu erzielen, und es ist insbesondere ein Verdienst Märckers, über diese Frage Aufschluß gegeben und Vorurtheile beseitigt zu haben.

Um selbst bei starker Salpeterdüngung zuckerreiche Rüben zu erzielen, ist vor allem der Anbau einer edlen, zuckerreichen Varietät nothwendig, und es ist Sorge dafür zu tragen, daß der zur Anwendung gelangende Sal-

peter möglichst schnell und zeitig genug von den Rüben verarbeitet werde, damit entsprechend früh auch der Reifeprozeß beginne. Aus je 100 Kilo Salpeter können nach unseren Ermittelungen 6400 Kilo Rübenmasse producirt werden. Nicht gleichgültig aber ist es der Zuckerindustrie ob diese 6400 Kilo Rübenmasse reich oder arm an Zucker sind. Werden die 100 Kilo Chilisalpeter relativ schnell von den Pflanzen verarbeitet und beginnt der Zuckerbildungsproceß dementsprechend früh, so resultirt ein zuckerreicheres Product, andernfalls ein zuckerärmeres.

Eine schnelle Verarbeitung des Salpeter-Stickstoffs, eine Beschleunigung der Vegetation, ein frühzeitiger Beginn des Zuckerbildungsprocesses aber läßt sich bewirken durch eine reichliche Versorgung der Rüben mit **Phosphorsäure** und zwar mit genügend schnell aufnehmbarer Phosphorsäure.

Ich will hierfür ein deutliches Beispiel aus der Praxis anführen und zwar die Versuche von Wegener-Kochstedt.*). Der betreffende Rübenboden war durch voraufgegangene Düngungen so weit mit Phosphorsäure angereichert worden, daß eine weitere Phosphorsäurezufuhr nicht nothwendig war, um den verfügbaren Stickstoff zu vollkommener Ausnutzung zu bringen. Es wurden Erträge von rund 38 000 Kilo Rüben pro ha. erhalten, gleichgültig, ob mit Phosphorsäure gedüngt worden war, oder nicht. Weder die Thomasmehl- noch die Superphosphatdüngung waren imstande, eine weitere Ertragssteigerung zu bewirken, wenigstens konnte der Augenschein keine solche constatiren. Die Superphosphatdüngung aber — und dies ist ein wichtiges Ergebniß — veranlaßte die Rüben, den verfügbaren Stickstoff erheblich schneller zu verarbeiten, sie beschleunigte die Entwickelung der Rübenpflanzen, in Folge dessen auch der Zuckerbildungsproceß bei diesen Rüben früher eintrat und dadurch ergiebiger wurde als bei den nicht mit Phosphorsäure oder den mit (langsamer wirkendem) Thomasmehl gedüngten. Das Endresultat der Versuche war, daß die mit Superphosphat gedüngten Rüben sich durch einen um $1\frac{1}{2}$ bis 2 % höheren Zuckergehalt gegen die nicht mit Phosphorsäure gedüngten auszeichneten.

Reichliche Versorgung der Rübenäcker also mit Phosphorsäure — und zwar, wo der Rübenboden nicht schon sehr angereichert ist, mit Superphosphat-Phosphorsäure — das ist eine Forderung, die man in erster Linie zu erfüllen hat, wenn man bei Anwendung reichlicher Mengen von Chilisalpeter nicht nur reiche Erträge an Rüben, sondern auch **zuckerreiche** Rüben erzielen will.

Die Normalmenge, in welcher man den Chilisalpeter für Zuckerrüben verwendet, ist 8 Ctr. pro ha. Man giebt auf leichteren Böden 4 Ctr.

---

*) Deutsche Landwirthschaftliche Presse 1891. No. 20.

Salpeter bei der Einsaat der Rüben und 4 Ctr. beim ersten Hacken, auf schwereren Böden sämmtliche 8 Ctr. bei der Einsaat. Die Krustenbildung, welche durch starke Salpeterdüngungen befördert wird, muß durch sorgfältiges Hacken möglichst verhindert werden, und es ist auf die bekannte Regel zu achten, daß die Rüben um so enger zu pflanzen sind, je reicher der Boden ist und je reichlicher man die Düngung bemessen hat.

c. Futterrunkeln, Möhren und sonstige Rübenarten.

Diese Pflanzen sind ebenfalls als echte Salpeterpflanzen zu bezeichnen. Die Wirkung des Chilisalpeters ist bei diesen Kulturen durchweg eine sehr sichere und rentable; auch verhältnißmäßig große Mengen von Salpeter zu verarbeiten sind alle Rübenarten imstande. Einige unserer Düngungsversuche mit Möhren finden sich auf der Tafel 18 zur Ansicht.

5500 Kilo Futterrunkeln und fast ebensoviel Möhren können unseren Ermittelungen gemäß durch je 100 Kilo Chilisalpeter producirt werden. Auch in der Praxis erhielt man beispielsweise durch je 100 Kilo Chilisalpeter:

5271 Kilo Runkelrüben, Mittel aus 9 Versuchen von Lawes und Gilbert
4056 „ „ „ „ 9 „ „ „ „ „
6180 „ „ „ „ 3 „ „ Märcker (unter Beigabe von Phosphaten).

Die Salpetergaben können bei Futterrüben und Möhren in der Regel höher bemessen werden als bei Zuckerrüben. Die Vegetationsdauer der Futterrüben und Möhren ist eine längere als die der Zuckerrüben, sie haben Zeit, große Mengen von Salpeter zu verarbeiten. Ich kenne Wirthschaften in Rheinhessen, in welchen man es durch Düngungen von 12 bis 15 Ctr. Chilisalpeter pro ha. auf nicht weniger als 2400 Ctr. Futterrüben gebracht hat. Man giebt dort den Salpeter in drei Portionen, ein Drittheil bei der Einsaat oder beim Pflanzen, ein Drittheil vier Wochen nach der ersten und den Rest drei bis vier Wochen nach der zweiten Düngung.

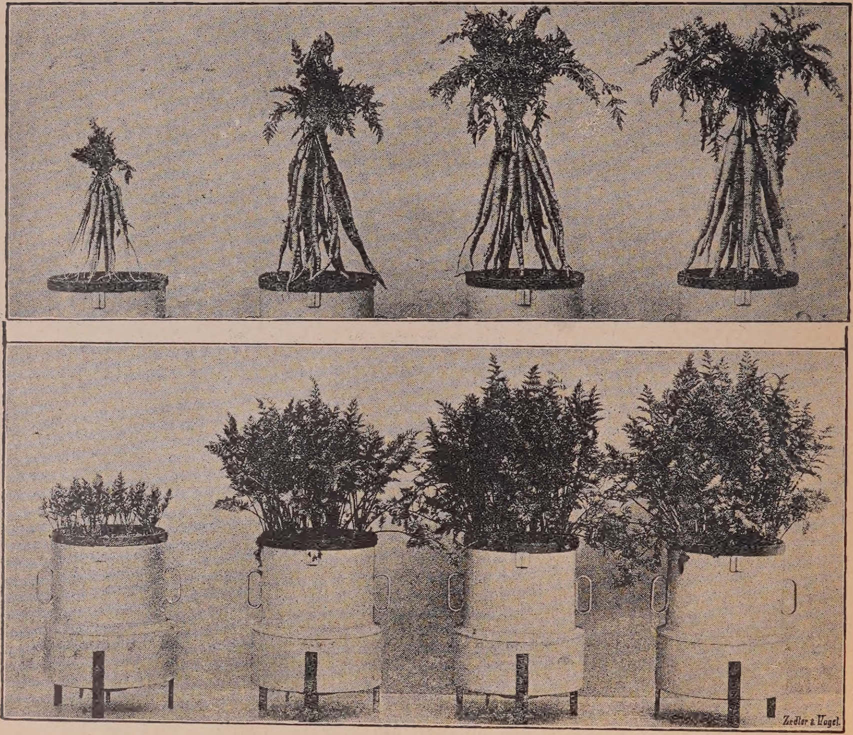
Die Möhren lassen sich nicht zu ganz so hohen Erträgen bringen als die Futterrüben. Eine Düngung von 8 bis 10 Ctr. Chilisalpeter pro ha. aber können sie meist recht gut verarbeiten, falls genügend Phosphorsäure und Kali beigegeben wird. Ist der Boden sandig und durchlässig, so empfiehlt es sich, die erste Salpetergabe nicht vor dem Aufgehen der Möhren auszustreuen und die zweite eine Woche später zu geben.

Selbstverständlich richtet sich auch bei diesen Pflanzen die Salpetergabe nach dem Leistungsvermögen der Varietät. Es giebt Rüben- und Möhrensorten, die viel Pflanzennährstoffe verarbeiten und sehr hohe Erträge liefern können, und andererseits wieder solche, die erheblich weniger leisten.

Tafel 18.

Salpeter-Düngungsversuche mit Möhren.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 1 g $1^1/_2$ g 2 g Salpeterstickstoff.

Diesen Verhältnissen, sowie den localen Verhältnissen des Bodens und seines Düngungszustandes, des Klimas ꝛc., muß natürlich Rechnung getragen werden.

IV. Raps, Rübsen, Senf.

Durch eine sehr kurze Vegetationsdauer, durch sehr schnelle Entwickelung und durch ein großes Bedürfniß für schnell wirkenden Stickstoff zeichnen diese Pflanzen sich aus.

Rund 180 Kilo Rübsenkörner mit entsprechendem Stroh lassen sich unseren Ermittelungen gemäß und in Uebereinstimmung mit den Erfahrungen der Praxis durch je 100 Kilo Chilisalpeter produciren. Der Salpeter-Stickstoff aber muß zur richtigen Zeit den Pflanzen zur Verfügung stehen, denn die Zeitdauer, während welcher sie Stickstoff verarbeiten können, ist eine verhältnißmäßig kurze, und es kommt bei allen Raps- und Senfarten sehr darauf an, daß schon die erste Entwickelung der Pflanzen eine ungestörte und kräftige, den feindlichen Angriffen einen genügenden Widerstand entgegensetzende sei.

Es empfiehlt sich, dem Winterraps und Winterrübsen 2—4 Ctr. Chilisalpeter pro ha. bei der Einsaat zu geben und im März eine Nachdüngung von 4—6 Ctr. anzuwenden. Sommerraps und Sommerrübsen düngt man bei der Einsaat mit $2^1/_2$ bis 4 Ctr. Salpeter pro ha. und giebt eine Woche später die gleiche Menge als Kopfdüngung.

Dem Senf kann man in der Regel noch stärkere Düngungen geben als dem Raps. 2 Ctr. Salpeter pro ha. bei der Einsaat, 4 Ctr. nach Ablauf von drei Wochen und 4 Ctr. nach abermals drei Wochen ist eine Düngung, die sich sehr gut verwerthet hat, wenn der Boden nicht verhältnißmäßig reich an Stickstoff war.

Raps und Senf sind aber auch Pflanzen, welche einen phosphorsäurereichen Boden beanspruchen, und da dieselben sich schnell entwickeln, so wird es sich empfehlen, dem betreffenden Boden nicht nur einen Fonds von Thomas-Phosphorsäure, sondern auch noch eine Düngung von etwa 60 Kilo Superphosphat-Phosphorsäure pro ha. zu geben.

V. Mais und Buchweizen.

Mais und Buchweizen sind Kulturpflanzen, welche ebenfalls sehr empfänglich sind für eine Düngung mit Chilisalpeter, und die Wirkung des Salpeters ist auch als eine sehr sichere und genügend lohnende bei diesen Pflanzen zu bezeichnen.

Auf den Tafeln 19 und 20 bringe ich einige unserer Mais- und Buchweizen-Versuche zur Anschauung.

Den Mais düngt man mit etwa 3 Ctr. Salpeter pro ha., sobald die ersten Pflanzen durch die Erde brechen, und mit nochmals 3 bis 4 Ctr. nach Ablauf von drei Wochen. Ist der Boden sehr stickstoffarm und zeigen die Pflanzen kein dunkles Grün, so kann man die Düngung noch steigern. Grünmais (Pferdezahn, amerikanischen Mais) kann man mit erheblich stärkeren Salpetergaben düngen, aber der Salpeter verwerthet sich hier nicht so hoch als beim badischen Mais (türkischen Weizen), da der

Tafel 19.

Salpeter-Düngungsversuche mit Mais.

Die Parzellen wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 3 g 6 g Salpeterstickstoff.

als Futter zu verwendende Grünmais einen verhältnißmäßig geringen Geldwerth hat.

Nicht so starke Salpetergaben darf man beim **Buchweizen** verwenden. Der Buchweizen ist nicht fähig viel Stickstoff zu verarbeiten. Für schwache Salpeterdüngungen ist er meist sehr dankbar, aber sie dürfen nicht höher sein als etwa 3 Ctr. pro ha. Der Salpeter ist nach der Einsaat des Buchweizens auf den Boden zu streuen oder — falls der Boden nicht zu durchlässig ist — bei der Einsaat in den Boden zu bringen.

Tafel 20.

Salpeter-Düngungsversuche mit Buchweizen.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g — ½ g — 1 g — 1½ g Salpeterstickstoff.

VI. Tabak.

Auch der Tabak gehört zu den Pflanzen, welche ihren Stickstoffbedarf aus dem Boden und dem Dünger decken müssen; aus der atmosphärischen Luft erhält der Tabak nichts. Aber man muß vorsichtig sein mit Salpetergaben. Ist auch der Tabak imstande, sehr große Mengen von Chilisalpeter zu verarbeiten — die Tafel 21 giebt ein Bild von der höchst augenfälligen Wirkung des Salpeter-Stickstoffs — so erfordert doch die Rücksichtnahme auf das zu erzielende Product eine Beschränkung der Salpetergaben. Mehr als 3 bis 6 Ctr. Chilisalpeter pro ha. pflegt man dem Tabak nicht zu geben, und es empfiehlt sich, den Pflanzen zur Zeit nicht mehr als 1½ bis 3 Ctr. pro ha. zu bieten, jene Düngung also in zwei Portionen zu verabfolgen. Starke Stickstoffdüngungen geben ein schlecht riechendes Blatt. Je mehr Chilisalpeter man dem Tabak giebt,

Tafel 21.

Salpeter-Düngungsversuche mit Tabak.

Die Parzellen wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 3 g 6 g Salpeterstickstoff.

um so mehr muß auch die Kalidüngung gesteigert werden. Ein Quantum von 80 Kilo Kali pro ha., in Form von schwefelsaurem Kali gegeben, darf als eine Normaldüngung angesehen werden.

Die Phosphorsäuredüngung tritt beim Tabak mehr in den Hintergrund. Ein hoher Phosphorsäuregehalt der Blätter soll der Qualität des Tabaks — wie Nessler es gefunden hat — nicht einmal günstig sein. Es empfiehlt sich, einen Boden von mittlerem Phosphorsäuregehalt mit etwa 12 Ctr. Thomasmehl pro ha. für Tabak zu düngen.

VII. Hopfen.

Eine der anspruchvollsten Kulturpflanzen ist der Hopfen. Er bedarf einer sehr starken Düngung, denn sein Nährstoffbedürfniß, insbesondere

sein Stickstoffbedürfniß übersteigt dasjenige der Halmgewächse, der Kartoffeln, der Rübenarten um ein Erhebliches. Düngungen mit Chilisalpeter regen den Hopfen zu lebhafter Vegetation an, und die Erträge an Dolden lassen sich sehr steigern durch starke Salpeterdüngungen in Verbindung mit Phosphaten und Kalisalzen. Aber trotzdem muß man vorsichtig sein. Sehr starke Salpeterdüngungen wirken nachtheilig auf die Qualität des Productes. Mehr als 6 bis 8 Ctr. Chilisalpeter pro ha. darf man in der Regel nicht verwenden, und es empfiehlt sich, die Hälfte der Salpetergabe bei beginnender Vegetation, die andere Hälfte drei Wochen später auszustreuen. Damit der Salpeterstickstoff möglichst schnell verarbeitet werde, ist eine Herbstdüngung von etwa 8 Ctr. Superphosphat und 2 Ctr. Chlorkalium pro ha. zu empfehlen.

VIII. Hanf und Lein.

Wie groß das Düngebedürfniß von Hanf und Lein für Stickstoff ist, erkennt man aus den auf den Tafeln 22 und 23 gegebenen photographischen Aufnahmen unserer Kulturen.

Tafel 22.

Salpeter-Düngungsversuche mit Hanf.

Die Parzellen wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und

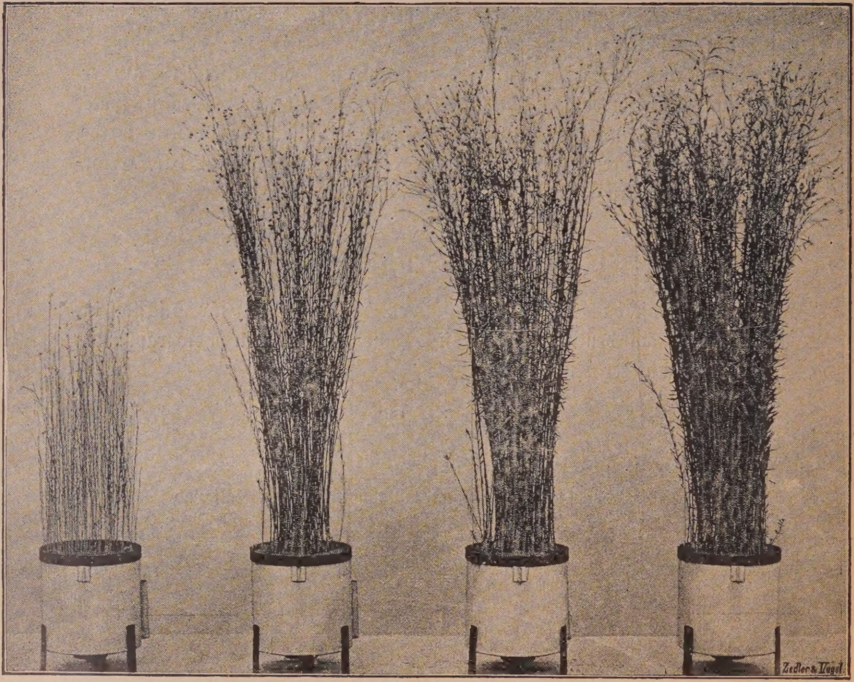


0 g 3 g 6 g Salpeterstickstoff.

Tafel 23.

Salpeter-Düngungsversuche mit Lein.

Die Gefäße wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g ½ g 1 g 1½ g Salpeterstickstoff.

Ich will zum Vergleich mit den Hanfkulturen noch die Tafel 24 anfügen, die einige mit Pferdebohnen ausgeführte Versuche zeigt. Hanf und Pferdebohnen wurden unter genau den gleichen Verhältnissen kultivirt; Boden, Düngung, Datum der Einsaat waren bei beiden vollkommen gleich. Die Wirkung der Salpeterdüngung aber ist, wie man sieht, eine total verschiedene. Während die Bohnen auch auf der nicht mit Stickstoff gedüngten Parzelle sehr üppig vegetiren und die Salpeterdüngungen nur wenig Einfluß auf ihre Entwickelung zeigen, sieht man beim Hanf — der nicht, wie die Bohnen, die Fähigkeit hat, die Stickstoffquelle der atmosphärischen Luft

Tafel 24.

Salpeter-Düngungsversuche mit Pferdebohnen.

Die Parzellen wurden gedüngt mit Phosphorsäure, Kali und



0 g 3 g 6 g Salpeterstickstoff.

auszunutzen — die größten Unterschiede auftreten. Wo die Stickstoffdüngung fehlt, da zeigt sich eine sehr spärliche Entwickelung; nach Zugabe von Chilisalpeter aber steigert sich — und zwar im Verhältniß zur Stickstoffgabe — der Ertrag. Der tiefgreifende und scharf markirte Unterschied zwischen Leguminosen und Nicht-Leguminosen, zwischen „stickstoff**zehrenden**" und „stickstoff**mehrenden**" Pflanzen also tritt auf den Tafeln 22 und 24 wieder aufs deutlichste hervor.

Es empfiehlt sich durchaus, für Hanf und Lein eine Düngung von Chilisalpeter zu verwenden, falls nicht schon andere Stickstoffdünger in genügendem Maße gegeben worden sind. Der Lein aber darf nicht die gleichen Salpeterdüngungen erhalten wie der Hanf. Der Lein ist nicht imstande, viel Stickstoff zu verarbeiten. 3 bis 4 Ctr. Chilisalpeter pro ha. in zwei Portionen gegeben, die Hälfte bei der Einsaat, die andere nach Ablauf von vier Wochen, sind schon eine kräftige Düngung. In der Regel reicht eine geringere aus.

Der Hanf dagegen kann mehr vertragen. Wo der Lein 3—4 Ctr. Chilisalpeter verarbeitet, da kann man den Hanf mit der doppelten Menge

düngen. Aber es ist gut, auch dem Hanf nicht gleich das ganze Salpeterquantum zu geben, sondern in 2 bis 3 Portionen dasselbe zu theilen, bei der Einsaat die erste Portion und nach Ablauf von drei bis vier Wochen je nach der Witterung und Entwickelung der Pflanzen das übrige zu geben.

Ich will noch hervorheben, daß beide Kulturpflanzen ein hervorragendes Düngebedürfniß für Kali zu haben scheinen. Ich empfehle, hierauf Rücksicht zu nehmen und den Lein mit etwa 8 Ctr., den Hanf mit 8 bis 12 Ctr. Kainit pro ha. möglichst zeitig vor der Einsaat zu düngen.

IX. Reben, Obstbäume, Gemüsesorten und Gartenpflanzen.

Für Reben- und Obstkulturen, für den Gemüsebau, die Blumenzucht und die gesammte Gartenkultur hat der Chilisalpeter eine große Bedeutung, und eine immer größere wird er für sie erlangen, wenn man es erst gelernt haben wird, ihn in rationeller Weise für diese Kulturen zu verwenden.

Ich habe eine besondere Schrift*) über diesen Gegenstand verfaßt, und ich muß auf diese verweisend mich hier auf nur ganz kurze Angaben beschränken.

Die schnelle und intensive Wirkung des Chilisalpeters, seine bequeme Anwendbarkeit, die Möglichkeit, ihn den Pflanzen in jedem ihrer Vegetationsstadien bieten zu können, machen ihn zu einem ungemein werthvollen Düngemittel gerade für die in Rede stehenden Kulturen. Während der organische Stickstoff, wie er im Stallmist, in der Grünsubstanz, in allerlei thierischen Abfällen enthalten ist, eine mehr gleichmäßig auf die gesammte Vegetationsdauer der Pflanzen sich vertheilende Wirkung ausübt und wir nicht imstande sind, dessen Wirkung zeitweise zu beschleunigen: ist uns im Stickstoff des Chilisalpeters ein Mittel gegeben, durch welches wir die Vegetation der Pflanzen in unsere Gewalt bringen und sie jederzeit zu einer intensiveren und beschleunigteren gestalten können.

Durch Frühjahrsdüngungen von 4 bis 6 bis 8 Ctr. Chilisalpeter pro ha. können wir die Reben und Obstbäume zu schnellerer Belaubung, zu üppiger Entwickelung der Blüthen und kräftigem Fruchtansatz bringen, und dadurch, daß wir in Folge dieser Düngung den Schwerpunkt der Ernährung mehr auf die erste Hälfte ihrer Vegetationsdauer legen, erreichen wir zugleich eine rechtzeitige Entwickelung und einen normalen Verlauf der Fruchtreife, sowie ein gutes Ausreifen des Holzes.

*) Die Anwendung künstlicher Düngemittel im Obst- nnd Gemüsebau, in der Blumen- und Gartenkultur. Berlin 1892, Verlag von Paul Parey.

Hat man ferner die Gemüsefelder, die Blumenbeete ꝛc. auch mit reichlicher Stallmistdüngung versehen, so ist den Anforderungen der Pflanzen damit doch noch nicht Genüge geleistet. Der Stallmist kommt langsam zur Wirkung, der Verbrauch an Nährstoffen, namentlich an Stickstoff, geht schneller vor sich als der Stallmist sich zersetzt; die Pflanzen hungern, sie entwickeln sich langsam und bei weitem nicht so üppig als wenn man ihnen Nachdüngungen von Chilisalpeter oder besser noch Nachdüngungen eines Gemenges von Chilisalpeter, salpetersaurem Kali und phosphorsaurem Kali in flüssiger Form bietet. In meiner oben angegebenen Schrift habe ich nähere Mittheilungen hierüber gemacht.